

IDEI
CONTEMPORANE

SÎNT
MATEMATICIAN

NORBERT WIENER

ep

S I N T M A T E M A T I C I A N

Traducere din limba engleză

NORBERT WIENER
I AM A MATHEMATICIAN
LONDON, 1958

NORBERT WIENER

SÎNT MATEMATICIAN

1972

EDITURA POLITICĂ, BUCUREȘTI

Cuvînt înainte

Norbert Wiener a fost un om de știință a cărui viață s-a desfășurat într-o înlănțuire de căutări personale, într-o direcție proprie, consecventă, dar confruntată în permanență cu știința matematică și cu problemele nerezolvate pe care le prezentau în diverse momente fizica, electrotehnica, electronica și biologia. Matematician ca formație, profesor la renumitul Massachusetts Institute of Technology, interesat cu prioritate de domeniul electronicii, la a cărui dezvoltare a avut o contribuție remarcabilă, autor al „Ciberneticii” și al altor lucrări devenite clasice*, Norbert Wiener are meritul de a fi generalizat în mod justificat conceptele *feedback*-ului (conexiuni inverse) întâlnite în controlul automat al instalațiilor tehnice și în circuitele electronice, la clase largi de procese și fenomene, incluzînd ființele vii, pînă la aplicabilitatea în economie și societate.

În cartea *Sînt matematician*, autorul își prezintă drumul său în știință, trăirile sale ca om de știință și foarte multe idei care prezintă interes nu numai pentru oamenii de știință, dar și pentru un cerc mult mai larg de cititori.

Viața lui s-a desfășurat la confluența tendințelor de reunire a fenomenelor civilizației, culturii, științei,

* *Cybernetics*, Wiley, 1948 ; *The extrapolation, interpolation and smoothing of time series*, Wiley, 1948 ; *Nonlinear problems in random theory*, M.I.T. Press, 1958.

economiei, tehnicii, problemelor sociale și conducerii, care au produs rezonanțe deosebite în mintea sa înclinată către reflectarea realităților prin concepte care aveau să fie denumite cibernetice.

De aceea, la Wiener țîșnesc idei interesante, uneori surprinzătoare, care se întîlnesc și în autobiografia sa și care obligă pe cititor la reflecție, poate chiar la clarificarea unor idei proprii, chiar dacă acestea nu vor coincide întotdeauna cu ale autorului autobiografiei. Desigur, autorul nu a urmărit să prezinte în această lucrare un sistem de concepte, ci a lăsat să răzbată numai gânduri sugerate de anumite evenimente ale vieții sale, de anumite epoci de creație, de retrăirea unor preocupări și frămîntări, dar tocmai aceste reflecții izolate, neconstituite în sistem, lasă cititorului o mare libertate de gîndire și de selectare a temelor de reflecție.

Prezentînd această lucrare, nu te poți sustrage unei asemenea chemări și de aceea cititorul este avertizat că opiniile care urmează nu sînt decît părerile unui alt cititor.

În primul rînd, este de reliefat modul în care apare corelația dintre activitatea de cercetare științifică și societate prin personalitatea lui Norbert Wiener. Wiener a lucrat ca matematician într-un institut al științelor aplicate, de tipul institutelor noastre politehnice. El a fost întotdeauna interesat de aplicații și de sensul fizic, concret, al teoriilor sale. În esență a fost o personalitate cu preocupări în domeniul cercetărilor fundamentale, a urmat un fir matematic propriu, dar în confruntare permanentă cu lumea aplicațiilor. Tocmai acest dialog dintre firul intern, matematic, construit migălos, etapă cu etapă și care a dus, se poate spune, la un model dinamic propriu, abstract, de evoluție și activitate științifică a autorului și realitățile care îl obsedau pentru a le atașa structuri matematice a permis lui Wiener defrișarea conceptelor ciberneticii ce au încununat opera sa științifică. Este semnificativ faptul că Wiener nu s-a desprins niciodată de practică, deși ar fi fost posibil ca, odată amorsat firul său matematic, să construiască o teorie pe umerii celorlalte, într-un lanț în care mintea sa să evolueze de-

gajat. El a urmat însă o anumită chemare care-i cerea o justificare viabilă pentru teoriile matematice pe care le elabora sau urma să le elaboreze și care să poată trăi în concret. Această participare profundă la viața înconjurătoare se explică și prin modul în care Wiener resimțea evenimentele dintre cele două războaie mondiale și de după cel de-al doilea război mondial, evenimente care se găsesc trecute prin filtrul personalității autorului autobiografiei. Cele de mai sus explică o sensibilitate specifică a omului de știință creator față de lumea exterioară, a omului care este conștient de contribuția pe care o aduce la gândirea științifică a societății și care este profund interesat de viitorul acestei societăți. Norbert Wiener va fi recunoscut ca descoperitorul gândirii cibernetice, deși se știe că aspecte cibernetice se întâlneau și înainte de Wiener, în controlul automat și în electronică. Norbert Wiener a înțeles că lumea materială, inclusiv natura vie, economia și societatea cunosc o multitudine de conexiuni inverse, închizându-se anumite lanțuri (bucle) în care fenomenele se intercondiționează într-un asemenea mod, încît se cauzează reciproc. Unele din aceste bucle creează stabilitate, altele fenomene de creștere, uneori de instabilitate, găsirea, determinarea și chiar constituirea lor intenționată prezentînd o deosebită importanță pentru înțelegerea și funcționarea sistemelor tot mai complexe cu care sîntem confrunțați în lumea de azi. Gîndirea cibernetică, o mare cucerire a secolului nostru, a dus la înțelegerea multor procese nu numai din biologie, dar și din psihologie, sociologie, pătrunzînd pînă în domeniul relațiilor politice și internaționale. Pînă în prezent, în afara aplicării ciberneticii în tehnică, cel mai mult a beneficiat economia de un astfel de mod de gîndire, cibernetica economică desprinzîndu-se ca o disciplină științifică care se găsește în plină dezvoltare. Orice sistem este constituit dintr-un ansamblu de structuri, de părți. Cibernetica, ținînd cont de acestea, spre deosebire de teoria clasică a sistemelor, care privește modul de funcționare amănunțit al acestor structuri în interacțiunea lor, are o vedere mai largă, căutînd să înțeleagă sistemul ca un tot și să stabilească, peste struc-

turile de detaliu, acele conexiuni închise care determină comportarea sa. De multe ori, o singură asemenea conexiune este determinantă pentru comportamentul sistemului, alteori este nevoie să fie puse în evidență mai multe asemenea conexiuni și este posibil ca în timp rolul determinant să treacă de la o conexiune la alta, ceea ce se întâmplă adesea în economie. Marele merit al lui Wiener în dezvoltarea gândirii științifice a secolului nostru este de a fi scos în evidență una din formele cele mai caracteristice ale interconexiunii universale, modul de tratare matematică a ei și felul în care poate fi utilizată în înțelegerea, dar și în conducerea practică a sistemelor.

Exemplul lui Wiener reafirmă importanța unor oameni de știință creatori, a căror forță intelectuală se îndreaptă spre atacarea unor probleme din frontul științei, fie că acest front se găsește în direcții fundamentale sau în direcții aplicative. Cazul lui Wiener, care a elaborat lucrări teoretice, dar de imediată importanță practică, este concludent asupra existenței reale a unui front de atac a ceea ce am putea numi știința aplicațiilor științei. Recunoașterea acestui front de atac și stimularea unor valori umane științifice creatoare în acest front devine astăzi o problemă a însuși modului de organizare a activității de cercetare științifică. Ca în orice alt domeniu de activitate, se pune și în știință, în întreaga lume și la noi, un accent tot mai mare pe organizare, pe structuri organizatorice. Acest proces este inevitabil, el condiționează progresul științific-tehnic, dar un astfel de sistem trebuie să conțină și unele rezerve, dacă se poate spune, unele insule în care oamenii care au impulsul interior pentru a ataca străpungeri în fronturile științifice amintite să poată acționa. Fără asemenea nuclee, foarte reduse ca număr, unde oamenii încearcă să facă lucruri care nu se știu încă face, este puțin probabil ca o societate să găsească deschideri care să contribuie la un progres rapid sau să mențină progresul. O astfel de insulă de înțelegere a găsit Norbert Wiener la Massachusetts Institute of Technology. Aici modelul său interior a fost respectat, nu a fost frânt, ceea ce, dacă s-ar fi întâmplat, desigur poate că

nu ar fi distrus capacitatea sa de creație, dar ar fi întârziat sau împiedicat o deschidere în știință în direcțiile realizate de Wiener. Din lecția lui Wiener rezultă că în știința modernă este nevoie de multă organizare, dar poate și de puțină dezorganizare conștientă. În acest sens cred că trebuie înțeleasă și critica lui Wiener la adresa marilor laboratoare, în care vedea uneori scufundarea posibilităților conducătorilor și colaboratorilor lor. Fără îndoială că acesta este un punct de vedere exagerat, industria modernă reclamă mari laboratoare, dar nu trebuie pierdut din vedere nici grăunțele de adevăr din afirmația lui Wiener.

Un cerc de idei interesante care apar în autobiografia lui Wiener se referă la efectele automatizării asupra muncii și societății, asupra efortului în munca fizică și intelectuală. Punctele de vedere ale autorului sînt optimiste în ceea ce privește automatizarea. În același timp apare destul de surprinzător să omul care s-a preocupat de comportarea organismului uman, de probleme de neurofiziologie, tocmai în vederea elaborării conceptelor cibernetice și apoi a aplicării lor, iar pe de altă parte a sesizat că în procesul muncii moderne „nici un muncitor industrial nu-și cîștigă o parte mare din salariu datorită cailor-putere pe care-i produce“, ci în realitate este plătit „pentru experiența sa și pentru priceperea de a-și exercita puterea cît mai efectiv în cadrul unui proces de producție“, că tocmai acest om nu a căutat să facă o relație între muncă, respectiv consumul de energie umană în procesul muncii, și conceptele cibernetice privind organismul uman, inclusiv implicațiile economice ale unei asemenea abordări. Este adevărat că autorul autobiografiei scoate în evidență efortul deosebit în munca intelectuală de creație, care reclamă un consum mare de energie, manifestîndu-se uneori chiar prin tensiuni fizice puse în evidență prin experiența sa personală, dar nu examinează implicațiile economice și sociale ale acestor eforturi. Desigur, Wiener a privit lumea din punctul său de vedere de matematician și om de știință și desprindem multe aspecte obiective predominînd în ideile sale, dar, în absența unei concepții generale asupra economiei și

societății, nu a căutat în efortul uman generarea de valori și bunuri în societate și, ceea ce este mai important pentru orice fundamentare științifică a acestei căutări, nu și-a pus problema măsurării concrete a acestui efort în procesul muncii. Fără îndoială că măsurarea exactă a acestui efort ar constitui un mare succes al ciberneticii biologice, cu implicații încă greu de evaluat pentru economie și societate. Nu i se poate reproșa lui Wiener această lipsă de preocupare, dar nu ne putem reține observația că în economie nu dispunem de posibilitatea de a măsura exact efortul în muncă, acesta fiind apreciat în general, indirect, calitativ. Acest fapt a făcut ca economia să se constituie ca o sferă care nu este întotdeauna perfect riguros ancorată în sfera de conținut a muncii, ci comportă o anumită alunecare față de aceasta. Cert este însă că Norbert Wiener privește economia și societatea ca un sistem fără legături rigide, în care intervin fenomene aleatorii și la care se pot aplica conceptele ciberneticii datorită unei comportări, în esență, cibernetice. În acest fel, Wiener a lăsat deschis un câmp vast pentru crearea unei serii noi de concepte și metode pentru tratarea științifică a economiei și societății, câmp care a început să fie într-adevăr nu numai cultivat, dar și plin de roade. În același timp trebuie să remarcăm că, cu toate implicațiile și aplicațiile mari ale ciberneticii în societate, conducerea și funcționarea acesteia nu se pot reduce la cibernetică și în acest sens sociologia și deci economia, pe care Wiener o consideră subordonată sociologiei, nu pot fi considerate ca ramuri ale ciberneticii, după cum gîndește, în anumite cazuri, autorul autobiografiei. Conducerea societății presupune factori și în afara ciberneticii. Din momentul în care tendințele sociale se manifestă în obiective sociale, pe care societatea și le stabilește în mod conștient, în urma unor opțiuni care implică factori politici și ideologici, trebuie să recunoaștem că știința conducerii societății nu se poate reduce la cibernetică, deși aceasta constituie un instrument și un mod de gîndire de cea mai mare importanță.

În orice caz, trebuie să remarcăm la Wiener preocuparea omului de știință de a avea o viziune mai

largă asupra lumii și putem reține din exemplul său necesitatea vitală ca omul de știință contemporan să aibă o înțelegere completă asupra societății în care trăiește, evitînd prin aceasta capcanele tehnocrate în care o activitate unilaterală de zi cu zi ar putea să-l atragă și să-i deformeze munca și viața.

Wiener a trăit din plin epoca sa și evenimentele istorice care au marcat-o, reflectate atît în activitatea și relațiile sale ca om de știință, cît și pe planul relațiilor umane. Autorul autobiografiei se arată preocupat de etica omului de știință și, în general, de etica omului civilizat. Sînt multe pagini interesante din acest punct de vedere în cartea sa, care ne dezvăluie un om ancorat în același timp în probleme umane, sociale și științifice. Publicarea autobiografiei lui Norbert Wiener în limba română ne oferă posibilitatea de a cunoaște modul în care un om a reușit să concilieze aceste trei aspecte.

Prof. M. DRĂGANESCU

*Institutului tehnic din Massachusetts,
care mi-a dat îndemnul de a munci
și libertatea de a reflecta*

Prefață

Tocmai am terminat de dictat ultimele cuvinte ale acestei cărți. Ea reprezintă acea parte a autobiografiei mele care începe aproximativ o dată cu angajarea mea la M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology), în 1919, când eram în vîrstă de douăzeci și patru de ani. Prima parte a autobiografiei mele, publicată sub titlul de *Ex-Prodigy* (Am fost un copil minune), se referea la copilăria și adolescența mea, pe când cartea de față se ocupă de viața mea personală cît și de cariera științifică din perioada maturității.

Vorbesc în această carte despre munca mea, despre călătoriile mele, despre experiențele mele personale; sper că ea va oferi o imagine clară a dezvoltării mele intelectuale. Mi-am propus să explic unui public — care, în general, nu se interesează îndeaproape de știință și care, desigur, nu posedă cunoștințe tehnice — dezvoltarea unor idei care țin fundamental de știință. Am făcut tot posibilul ca să evit vocabularul tehnic al științei și să traduc conceptele mele în limbajul de toate zilele. Dacă utilizarea termenilor științifici duce adesea la apariția unui jargon, expunerea unor idei științifice importante fără termenii semnificativi și preciși pe care istoria științei i-a elaborat pentru a desemna noțiunile respective este foarte dificilă.

Am practicat acest exercițiu timp de doi ani, în cursul elaborării lucrării pentru care, prin natura lucrurilor, trebuie să aștept judecata publicului spre a

fi sigur că am obținut un oarecare succes. De ce m-am înhămat la această muncă neispititoare, care, în cazul cel mai bun, poate să adauge prea puțin la reputația mea de om de știință în plină activitate, iar în cazul cel mai rău poate oferi noi prilejuri celor care sînt înclinați să mă critice ? În fond, nu știu. Desigur, din motive de vanitate literară și din dorința de a arăta că atît ca individ cît și ca om de știință am fost în stare să fac o treabă ce nu se încadrează în activitatea mea obișnuită.

Recunosc aceasta cu toată sinceritatea ; dar mai sînt și alte motive, mai importante. Ca și în primul volum al autobiografiei mele, și aici doresc să-mi dau pe deplin seama de ce a însemnat cariera mea și să ajung la acea pace sufletească pe care nu o poate oferi decît o examinare și o înțelegere profundă a propriului trecut. Am dorit, de asemenea, să pun rodul acestei înțelegeri la dispoziția tinerilor care încep cariere similare în domeniul matematicii și în alte științe. Am impresia că omul de știință, modul său de viață și solicitările la care este supus nu sînt suficient de bine-cunoscute publicului intelectual larg și cred că în această privință am obligația de a explica cum stau lucrurile. În sfîrșit, n-am avut niciodată posibilitatea de a consemna în scris unele idei tratate izolat în opera mea literară, sub forma unei relatări cronologice încheiate asupra modului în care am ajuns la ele.

Dintre colegii cu care am discutat această lucrare trebuie să menționez pe profesorul Karl Deutsch de la catedra umanistică a M.I.T.-ului, pe profesorul Armand Siegel de la Universitatea Boston, pe dr. Dana L. Farnsworth, care a lucrat la catedra de medicină a M.I.T.-ului, iar în prezent este profesor de igienă la Universitatea Harvard și pe dr. Morris Chafetz. Doresc de asemenea să aduc mulțumiri secretarelor care au scris succesiv sub dictarea mea, celor care au exprimat critici la adresa ideilor mele și celor care m-au ajutat să pregătesc lucrarea pentru tipar.

NORBERT WIENER

Cambridge, Massachusetts

Ziua de naștere a lui Washington, 1955

1

DEBUTUL MEU CA MATEMATICIAN

Lucrarea de față reprezintă volumul al doilea al autobiografiei mele. Primul volum, denumit *Ex-Prodigy* (Am fost un copil-minune), era consacrat anilor de școală, relațiilor cu tatăl meu și experienței neobișnuite de a fi un copil-minune. Cartea de față este consacrată carierei mele de matematician activ.

Pentru a organiza materialul, trebuie să încep cu o perioadă oarecare, iar cel mai firesc este să încep cu anul 1919, când am început să lucrez la Institutul tehnic din Massachusetts. Aveam pe atunci 24 de ani ; prea bătrîn pentru a mai fi un copil-minune, dar nu destul de bătrîn pentru a nu fi marcat puternic de faptul că fusesem unul.

Nu am de gînd să revin la copilărie — obiectul lucrării mele anterioare — pentru a explica sorgintea peceteii pe care o purtam, dar trebuie să menționez unele trăsături din perioada adolescenței, care în volumul precedent reprezenta sfîrșitul copilăriei, dar care aici trebuie considerată mai curînd ca prima treaptă a vieții unui bărbat.

Dintre toate influențele suferite în cursul copilăriei și adolescenței, cea mai importantă a fost cea exercitată de tatăl meu, profesor de limbi și literaturi slave la Harvard, Leo Wiener, un om scund, viguros, cu emoții puternice și rapide, imprevizibil în mișcările și gesturile sale, totdeauna gata să aprobe sau să condamne, om de știință mai curînd prin tempera-

ment decît prin formație specială. În persoana lui se îmbinau cele mai bune tradiții ale gîndirii germane, ale intelectului evreiesc și ale spiritului american. El își impunea voința celor din preajma sa mai degrabă datorită intensității sentimentelor sale decît dorinței de a-i domina.

Trăind peste douăzeci de ani în umbra unui asemenea om, știind că sînt carne din carnea lui și os din osul lui, am fost modelat într-un chip cu totul deosebit de cel al majorității celor din jurul meu. Am devenit om de știință în parte fiindcă așa voia tata, dar — în aceeași măsură — fiindcă aceasta îmi era vocația. Din prima copilărie m-am arătat foarte interesat de lumea din jurul meu și tare curios să-i descopăr natura. Am învățat să citesc pe la patru ani și aproape de îndată m-am cufundat în lecturi științifice dintre cele mai variate. Pe la șapte ani, lecturile mele se întindeau de la Darwin și *Istoria naturală* a lui Kingsley la scrierile de psihiatrie ale lui Charcot, Janet și ale altora din școala de la Salpêtrière. Această variată colecție științifică era cuprinsă în remarcabilele volume de format diferit, tipărite mărunt și neîngrijit din așa-numita „Bibliotecă Humboldt“.

Curiozitatea mea nestăpînită era egalată de preocuparea tatei de a-mi organiza instrucția. Eu învățam ceea ce-mi plăcea, tata m-a pus să învăț limbi — atît antice cît și moderne —, precum și matematica. Toate aceste domenii mă interesau într-o anumită măsură, dar un interes incidental nu-l putea satisface pe tata, care pretindea cunoștințe precise și temeinice. Pretențiile pe care le avea de la mine erau mari și le făceam față cu greu, dar eram atît de conștient de cîntea și capacitatea intelectuală a tatei, încît le toleram.

Instruirea intensivă care mi s-a impus mă izola de lume și-mi conferea o anumită naivitate, un fel de a fi agresiv și nesuferit. Mă jucam destul de mult cu alți băieți, dar nu prea eram iubit de ei. Cînd am intrat la liceu, la vîrsta de nouă ani, puținii prieteni pe care mi i-am făcut nu erau liceeni, ci copii de vîrsta mea.

Statutul meu aparte era agravat de miopia care într-o vreme părea să mă amenințe cu deplina orbire. Deși aceasta n-a avut un efect direct asupra forței mele fizice, totuși, m-a eliminat din acel sector al vieții băieților în care îndemînarea la jocuri e la mare preț. De asemenea, miopia mea tindea să accentueze stîngăcia mea foarte pronunțată. Această lipsă de îndemînare era în sine destul de serioasă, dar ea a fost agravată de felul în care tata o sublinia mereu și-și bătea joc de mine din cauza ei. Nici el nu era cine știe ce îndemînatic la treburi manuale, dar, interesîndu-l agricultura, grădinăritul și viața în aer liber, utiliza cît putea redusa sa capacitate. Deficiența mea în acest domeniu îl îngrijora cu adevărat.

Cu toată inevitabila izolare la care mă condamnase sistemul tatei de a mă forma, devenisem un adolescent plin de sine, supus unor stări de spirit alternante de înfumurare, cînd deveneam conștient de cîte sînt în stare, și de mare deznădejde, cînd primeam în față asprele observații ale tatei prilejuite de stîngăciile mele sau atunci cînd mă gîndeam la calea lungă și incertă pînă la realizarea spre care mă îndrepta educația mea atît de excentrică. În plus, aveam permanent de-a face cu agresivitatea — ce-i drept, acceptabilă — a tatei, pe care doar spontaneitatea și, într-o anumită măsură, justificarea ei c făcea mai puțin dăunătoare pentru mine decît ar fi fost în alte condiții.

La toate acestea se adăuga o altă sursă de neliniște, care a continuat să mă obsedeze o bună bucată de viață. Părinții mei erau evrei. Și, spre deosebire de tata, mama suferea din cauza acestui lucru. E drept că ambii părinți erau de acord în chestiunea asimilării și în dorința de a se integra și a-și integra copiii în mediul american obișnuit. Dar, pe cînd la tata această dorință lua o formă strict defensivă, căci multiplele sale preocupări îi permiteau să privească originea noastră într-o perspectivă destul de justă, la mama, antisemitismul, în toată cruzimea lui, deveni preocuparea principală.

Noi, copiii, nu numai că am fost crescuți într-o totală ignoranță a originii noastre, dar ni s-au inoculat

chiar păreri absolut false în această privință. Pe de altă parte însă, nu puteam să nu observăm în mediul nostru unele elemente evreiești inexplicabile. Mama făcea multe observații puțin măgulitoare la adresa evreilor, ceea ce mă determina să cred că pentru ea originea ei evreiască și, în consecință, situația noastră de evrei erau o sursă de rușine. Când mai târziu, pe la cincisprezece ani, am aflat de la tata că noi eram, fără doar și poate, evrei, amintirea remarcilor mamei mi-a creat un sentiment de inferioritate, care a contribuit în mare măsură la nesiguranța mea, astfel încît a trebuit să treacă mulți ani pînă ce am putut căpăta — într-o măsură cît de cît suficientă — încrederea în mine. Iată motivele pentru care alternam între conștiința capacității mele și îndoielile cu privire la valoarea mea, ceea ce mă determina să continuu a oscila între o îngîmfare de nesuferit și o desperare tot atît de insuportabilă.

Totuși, în educația mea au existat factori importanți care m-au dus la reușită în general și la succese intelectuale în particular. Independența tatei s-a reflectat atît în firea cît și în deprinderile mele. Capacitatea sa nu consta numai într-un înalt nivel al resurselor sale intelectuale, ci în voința de a spori aceste resurse printr-o muncă intensă și neîncetată. L-am văzut pe tata ruinîndu-și sănătatea atunci cînd a depus munca herculeană de traducere a celor douăzeci și patru de volume ale lui Tolstoi în curs de doi ani. Ceea ce pretindea de la sine îmi cerea și mie ; din copilărie n-am cunoscut vreo perioadă în care să mă fi mulțumit, să mă culc pe lauri.

După liceu am intrat la Colegiul Tuft de lîngă Boston, iar apoi mi-am luat licența la universitățile Harvard și Cornell. Mi-am luat bacalaureatul la Colegiul Tuft la vîrsta de paisprezece ani ; la optsprezece ani am obținut la Harvard titlul de doctor în filozofie. Pe măsură ce obțineam o oarecare doză — foarte mică — de independență față de tata, vedeam că mult rîvnita libertate a maturității care se apropia era în bună parte libertatea de a comite erori și de a cunoaște eșecuri. Dar și această libertate îmbucurătoare era limitată de deprinderea tatei de a

lua hotărîri subite afectînd întregul meu viitor, care mă obligau, de parcă ar fi fost propriile mele hotărîri.

După obținerea doctoratului, Universitatea Harvard mi-a acordat o bursă pentru o călătorie de studii, pe care am făcut-o la Cambridge (Anglia), iar apoi în Germania, la Göttingen. Deși mai plecasem de acasă, eram pentru înfrîna dată realmente în situația de a mă descurca singur și de a afla cîte ceva despre libertatea de a munci în mod independent. Principalul meu profesor și mentor a fost Bertrand Russell, cu care am studiat logica matematică și numeroase teme mai generale referitoare la filozofia științei și matematicii. Russell, care întotdeauna semăna cu Pălărierul zăpăcit din „Alice în Țara minunilor“, ținea prelegeri minunate, consacrate în mare măsură noii teorii a relativității a lui Einstein. Am studiat lucrările de logică matematică ale lui Russell împreună cu un grup restrîns de cercetători, care se întrunea acasă la el, și am urmat alte cursuri pe care mi le-a recomandat. Dintre acestea, principalul era cursul de matematici superioare ținut de G. H. Hardy, care ulterior a devenit profesor atît la Oxford cît și la Cambridge și, probabil, cea mai însemnată figură dintre matematicienii englezi din generația sa.

Teza mea de doctorat susținută la Harvard era din domeniul filozofiei matematicii. Russell m-a convins că, pentru a da lucrări competente în filozofia matematicii, ar trebui să știu mai multă matematică decît știam pe atunci.

Hardy, către care m-am îndreptat, era un îndrumător și un model ideal pentru un matematician tînr și ambițios. L-am întîlnit pentru prima dată acasă la Russell, cînd tata mă luase la Cambridge și — distrat fiind — mă lăsase acolo singur să mă descurc cum voi ști. Pe atunci, tata și cu mine văzusem în persoana lui Hardy un student, un tînr timid și retras, despre care am aflat apoi că este un atlet excelent și o autoritate în materie de jocuri cu mingea. Ulterior, avea să devină un om uscățiv, sfrijit, purtînd haine și pantaloni necălcați, ceea ce era inevitabil pentru un profesor la Cambridge ; amabil, ser-

viabil și săritor, dar groaznic de timid cu femeile, așa mi-a rămas întipărit în minte.

Cursul său era pentru mine o încântare. Incursiunile mele anterioare în domeniul matematicilor superioare nu fuseseră complet satisfăcătoare, deoarece în multe demonstrații simțeam lacune și mă încăpăținam să nu le trec cu vederea; de altfel, pe bună dreptate, după cum s-a dovedit mai târziu, căci erau într-adevăr lacune și ele nu mă tulburau numai pe mine, ci și pe foștii mei profesori. Hardy însă mă conducea prin complicata logică a matematicii superioare cu atîta claritate și atît de minuțios, încît rezolva aceste dificultăți pe măsură ce ne apropiam de ele, făcîndu-mă să înțeleg ceea ce era într-adevăr necesar pentru a fi întrunite condițiile unei demonstrații matematice. Tot el mi-a dezvăluit tainele integralei Lebesgue, care avea să mă ducă direct la principalele realizări din prima perioadă a carierei mele.

Integrala Lebesgue nu este o idee lesne accesibilă profanului, dar deoarece citind această carte este important să vă dați seama despre ce e vorba, voi încerca să schițez, dacă nu întreaga ei complexitate, cel puțin tema principală. Este destul de ușor să măsurăm lungimea unui interval pe o dreaptă sau suprafața din interiorul unui cerc sau al unei alte curbe regulate și închise. Dar, atunci cînd încercăm să măsurăm mulțimi de puncte care sînt răspîndite pe o infinitate de segmente sau suprafețe limitate de curbe sau mulțimi de puncte atît de neregulat distribuite, încît nici această descriere complicată nu li se mai potrivește, noțiunile atît de simple de suprafață și volum cer pentru a fi definite o gîndire la un nivel foarte ridicat. Integrala Lebesgue este un instrument pentru a măsura asemenea fenomene complexe.

Măsurarea unor regiuni de o mare neregularitate este indispenabilă pentru teoria probabilităților și cea a statisticii, iar aceste două teorii, atît de strîns legate între ele, mi se părea, chiar în acele vremuri îndepărtate dinainte de război, că sînt pe punctul de a prelua mari secțiuni din fizică. Ele se aflau aproximativ pe la mijlocul terenului pe care se întîlnesc fizica și matematica și acest teren a fost tocmai acela unde

aveam să dau, în cele din urmă, rezultatele mele cele mai bune, căci activitatea respectivă mi se părea conformă cu un aspect fundamental al personalității mele.

Mai mult, aceste teorii au anticipat tendințele principale ale matematicii moderne, care se întemeiază pe fizică și este dependentă de ideile de măsură și probabilitate expuse în mecanica statistică de marele om de știință american Josiah Willard Gibbs. Elaborarea problemelor legate de aplicarea ideilor matematice în direcția problemelor care apar în lumea fizică constituie una dintre temele principale ale acestui volum.

Teoria integralei Lebesgue îl conduce pe cercetător de la măsura intervalelor la măsura unor fenomene mai complexe, obținute prin combinarea unor șiruri de intervale, iar apoi la mulțimi care pot fi approximate (și deci abordate) prin asemenea șiruri, în timp ce mulțimile de puncte din exteriorul lor pot fi abordate într-un mod similar. Nimic din toate acestea nu poate fi explicat profanului în mod satisfăcător, dar nici nu există ceva ce ar implica vreo complicație excesivă a logicii sau a calculelor. Această integrală i-a permis lui Lebesgue să extindă noțiunea de lungime sau măsură de la intervale izolate la cea mai îndepărtată limită semnificativă pentru care măsura este posibilă.

Hardy a murit acum câțiva ani ¹, dar colegul și partenerul său mai tânăr, J. E. Littlewood, cu care de asemenea am lucrat, mai este în viață. Pe atunci, Littlewood mi se părea a fi doar un tânăr inteligent ca atîția alții. Mai târziu însă, cînd l-am cunoscut mai îndeaproape, mi-am dat seama că este un mare alpinist și tot atît de mare matematician. Era mic de statură, solid și musculos ca un alpinist autentic și atît ca alpinist cît și ca matematician dădea dovadă de o energie nelimitată și de o tehnică impecabilă.

În cursul îndelungatei lor colaborări, Hardy și Littlewood au avut roluri lesne de deosebit, căci, în timp ce Hardy era omul ideilor clare și originale, Little-

¹ În 1947. — Nota trad.

wood posedă o energie și o perseverență inegalabile. Lucru curios, dintre ei doi, mai modest era Littlewood. Mai târziu, când l-a vizitat la Göttingen pe Edmund Landau, acest răsfățat copil al matematicii, care nu-și putea stăpîni pofta de glumă, i-a spus : „Va să zică ești cu adevărat ! Și eu care credeam că ești doar un nume folosit de Hardy pentru acele lucrări pe care nu le socotea suficient de bune pentru a le publica sub semnătură proprie“.

Landau și David Hilbert mi-au fost profesori ceva mai târziu, în același an universitar, când am studiat la Göttingen în semestrul de primăvară al anului 1914, tocmai în preziua primului război mondial. Landau provenea dintr-o bogată familie de bancheri evrei și fusese și el un fel de copil-minune. A fost crescut în luxul pe care i-l puteau oferi părinții săi bogați. Avea o figură de heruvim, cu o mustăcioară zbîrlită și o vanitate nelimitată ; părea a nu-și găsi locul în lumea reală. Dacă-l întrebai cum să nimerești locuința sa din Göttingen, răspundea cu ingenuitate : „Nu-i greu de loc. Este cea mai frumoasă casă din oraș“.

Hilbert, cu care am studiat de asemenea, era o persoană de cu totul alt gen ; originar din Prusia Orientală, era un om potolit și aducea a țăran. Era conștient de forțele sale, dar era de o modestie autentică. obișnuia să spună despre fiul lui, care desigur că nu avea talentele sale : „Aptitudinile matematice le are de la maică-sa ; toate celelalte — de la mine“.

Hilbert s-a apucat, pe rînd, de majoritatea problemelor dificile din toate domeniile matematicii moderne, obținînd în fiecare domeniu rezultate majore. Pe la începutul veacului, el reprezenta marea tradiție matematică. Pentru mine, care eram tînăr pe atunci, el era o capacitate imensă de abstracție cu un simț practic al realității fizice.

La Cambridge, Russell m-a făcut să mă pătrund nu numai de importanța matematicii, dar și de necesitatea studiului fizicii și mi-a propus să studiez noile lucrări ale lui Rutherford și ale altora în legătură cu teoria electronului și structura materiei. Pe atunci n-am făcut mare lucru în aceste domenii, dar cel puțin am căpătat o primă cunoaștere a teoriei nucleului

atomic care avea să ducă la descoperirea transmutării elementelor și la construcția bombei atomice. Această teorie a început să ocupe o poziție de sine stătătoare alături de teoria relativității a lui Einstein, a cărei importanță am aflat-o, de asemenea, de la Russell. Respectul lui Russell pentru fizică l-am regăsit amplificat în atmosfera științifică de la Göttingen.

După Göttingen am revenit peste vară la New Hampshire, tocmai când izbucnea primul război mondial. Am mai fost în Anglia, la Cambridge, și în următorul an universitar, dar în acea atmosferă de dezastru și jale n-am găsit mulți oameni cărora să le stea mintea la muncă științifică serioasă și nici eu nu am fost în stare să dau vreun rezultat cu adevărat bun. La sfârșitul iernii 1914—1915, războiul submarin dus de Germania deveni amenințător și am fost chemat acasă de tata.

Războiul avea să dureze câțiva ani pînă să ajungă în America, dar mie nu-mi ieșea de loc din minte. Generația actuală, care a crescut avînd criza drept partener cotidian, cu greu își poate da seama de șocul pe care l-a constituit războiul pentru contemporanii mei. Noi am fost educați să considerăm îndelungata pace victoriană ca ceva normal și nădăjduiam într-o evoluție continuă și lentă către condiții mai bune. Nici măcar acum, după patruzeci de ani, nu sîntem în stare să acceptăm ca ceva normal succesiunea prelungită a catastrofelor din jurul nostru. Mă tem că din cînd în cînd avem cu toții speranța lașă că ne vom trezi și ne vom regăsi în zilele monotone, blînde de la începutul veacului.

În perioada de început a primului război mondial am avut, în mod nesistematic, diferite preocupări științifice și personale. În sinea mea eram de părere că într-o zi, destul de curînd, războiul se va încheia și atunci vom putea reveni la vechiul nostru mod de viață și vom putea face planuri pe termen lung. Anul universitar necomplet din 1914—1915 l-am încheiat la Universitatea Columbia, ascultînd nerăbdător și nepoliticos diferiți profesori care nu m-au impresionat după experiența mea cu Hardy și filozofii de la Harvard. Pentru colegii mei mai în vîrstă din dormitorul

doctoranzilor, eu, care făceam atîta caz de mine, dar jucam bridge atît de prost, eram o calamitate; aveam timp liber din belşug, dar, trăind izolat, îl petreceam în lungi plimbări de la Universitatea Columbia la Battery, iar între două plimbări mă duceam — exagerat de des — la cinema sau la teatru.

Lucram multă matematică, dar fără succes. Am făcut unele tentative de a aplica modalitatea abstractă de gîndire pe care o învăţasem de la Russell la topologie, ciudată ramură a matematicii care se ocupă de noduri şi de alte forme geometrice ale căror relaţii fundamentale nu se schimbă nici chiar dacă spaţiul este cu totul deformat, cîtă vreme nu intervine nici o tăietură, iar oricare două puncte separate continuă să rămîină separate. Topologia include studiul unor asemenea lucruri ca binecunoscuta foaie a lui Möbius, care are o singură faţă şi pe care o puteţi obţine luînd o fişie de hîrtie lungă şi netedă, rotind un capăt al ei cu o jumătate de cerc şi lipind apoi capetele. Un excelent joc de salon constă în a întreba pe un profan ce se va întîmpla cu această fişie dacă o veţi găuri la mijloc şi pornind de acolo veţi prelungi tăietura pînă ce capetele ei se vor întîlni. Dacă încercaţi să faceţi aceasta, veţi vedea că şi după ce terminaţi de tăiat fişia va rămîne dintr-o bucată, numai că acum va fi răsucită cu 360° şi nu cu 180° ca la început.

Cîţiva ani mai tîrziu, topologia deveni ramura cea mai la modă a matematicii, mai ales în America, sub conducerea lui Oswald Veblen şi a lui J. W. Alexander. Dar, între timp, eu încercasem o mare decepţie din cauza încetinelii cu care munca mea dădea rezultate pozitive şi distrusesem — sau rătăcisem — manuscrisul de topologie la care lucrasem la Columbia.

În anul universitar 1915—1916 m-am întors la Harvard în calitate de docent şi asistent şi am ținut o serie de prelegeri, potrivit clauzei din statutul universităţii care acordă fiecărui doctor în filozofie dreptul de a ține asemenea cursuri pe propria sa răspundere. Subiectul pe care mi l-am ales era legat de lucrările lui Alfred North Whitehead, iar prelegerile mele erau menite să arate că matematica se poate baza pe procese de construcție logică. Whitehead arătase prin

exemple cum pentru diferite concepte matematice asemenea metode pot asigura proprietăți pe care altă școală matematică, aceea a postulaționiștilor, le considera drept consecințe ale unor ipoteze formale destul de arbitrare. De exemplu, Whitehead a fost acela care a conceput reprezentarea unui punct ca mulțimea tuturor suprafețelor despre care, într-un limbaj matematic mai uzual, s-ar spune că conțin acel punct. Dar prelegerile mele au suscitat anumite dificultăți de ordin logic, care mi-au fost arătate clar de profesorul G. D. Birkhoff de la Harvard; de-a lungul acestei cărți voi avea numeroase prilejuri de a vorbi despre el.

G. D. Birkhoff era un olandez din Michigan, slab, înalt, cu fața trasă și buzele severe ale unui calvinist rigid și totodată primul matematician american de anvergură care-și făcuse studiile în întregime în America. Scrisese o disertație strălucită despre anumite ramuri ale dinamicii care privesc îndeosebi mecanica planetelor, un domeniu ce fusese inițiat în Franța de Henri Poincaré. Birkhoff era pe deplin conștient de marea sa capacitate și era hotărât să devină și să rămână primul matematician american în ramura clasică a matematicii cunoscută sub numele de analiză și care constituie o extindere și o elaborare a calculului fluentilor lui Newton cât și a fizicii sale.

După cum am aflat mai târziu, el era intolerant cu eventualii rivali, dar și mai intolerant cu rivalii evrei. La început eram un tânăr prea puțin important pentru a-i atrage atenția, dar mai târziu, când am căpătat mai multă forță și am obținut realizări, am devenit pentru el un obiect de antipatie deosebită atât în calitate de evreu cât și ca eventual rival.

În perioada când am simțit pentru prima dată ostilitatea lui Birkhoff nu-mi dădeam seama pe deplin de toate forțele care o suscitau și care se aflau în mine și în imediata mea vecinătate. Bănuiam că nu eram un tânăr prea plăcut. La drept vorbind, nici nu era de așteptat să fiu plăcut. Am vorbit destul despre faptul că am fost un copil-minune și nu trebuie să spun multe despre antipatia resimțită de persoanele mature atunci când se văd în fața unui tânăr pe

care nu știu cum să-l trateze. O carieră consacrată încă din copilărie realizărilor științifice lasă prea puțin timp pentru cultivarea farmecului social.

Chiar ținînd seama de toate acestea, eram un tînăr agresiv. În fundul sufletului meu simțeam că din cauza situației echivoce în care mă aflu, aveam nevoie de întreaga agresivitate de care eram în stare pentru a forța succesul. Mai mult, tata — care, în pofida tuturor elementelor de conflict dintre noi, era idealul și mentorul meu cel mai apropiat — era și el o persoană foarte agresivă.

Am auzit multe ecouri ale conflictelor destul de banale pe care tatăl meu le avea cu colegii săi, dar nu-mi dădeam seama pe deplin că în afară de aceste cazuri particulare el era, în general, privit ca un om prin esența lui certăreț. O parte a acestei reputații era justificată, dar o parte mult mai mare se datora faptului că persoanele mai puțin agere nu se împăcau cu temperamentul său iute. Abia mulți ani după evenimentul respectiv am aflat că antipatia lui Birkhoff față de mine se datora și faptului că nu-l înțelesese pe tata, iar laudele cam nereținute la adresa mea emise de părintele meu îi provocaseră o anumită repulsie.

Anul următor m-a găsit la Universitatea din Maine, unde am obținut un post printr-o agenție de plasare a profesorilor. Mă simțeam umilit că nu putusem obține un serviciu direct pe baza rezultatelor mele prestigioase în știință. Tribulațiile acestei perioade, pe care am considerat-o un exil, țin de volumul anterior și au fost prezentate acolo.

La sfîrșitul aceluia an universitar, Statele Unite au intrat în război. Am încercat, fără succes, să mă angajez undeva în armată, dar am fost respins peste tot din cauza vederii slabe. Un timp scurt am lucrat la Uzinele General Electric din Lynn, serviciu de la care am fost scos de tata pentru a primi ceea ce el considera drept cea mai bună dintre oferte: un post de scrib în redacția Enciclopediei Americane din Albany.

Am părăsit acest serviciu pentru a lucra, împreună cu un grup mixt de matematicieni civili și militari, la poligonul experimental din Aberdeen, în statul Maryland. Munca consta în alcătuirea tabelelor de tragere pentru artilerie. Aici am petrecut mai bine de jumătate de an, întâi ca civil, apoi ca soldat, ducînd-o tare prost, căci statutul meu de fost copil precoce m-a făcut să comit numeroase gafe, care n-au fost interpretate drept rea-voință, dar au creat despre mine o impresie cu totul dezagreabilă. În condițiile vieții de cazarmă eram nefericit la culme și n-am întreprins nimic pentru a fi îndrăgit de camarazii mei. Am fost eliberat în mod onorabil din acest serviciu în februarie 1919.

După cîteva luni de ziaristică de corvoadă, am elaborat două articole științifice în domeniul algebrei destul de bune în felul lor, dar mergînd absolut pe calea bătătorită. Apoi, profesorul W. F. Osgood de la Harvard mi-a găsit un serviciu de instructor¹ la secția de matematică de la Institutul tehnic din Massachusetts.

Osgood era un prieten al tatei, iar fiii săi au fost, într-o anumită măsură, prietenii mei de joacă. El era, probabil, reprezentantul principal al tradiției germane în matematica americană deoarece studiasse la Göttingen, unde se căsătorise cu o tînră germană și revenise cu hotărîrea de a duce în America o viață de profesor german. Ar trebui poate să spun viața unui consilier privat german, căci modelul său în toate privințele era Felix Klein, care fusese mulți ani un fel de papă al matematicii germane și obținuse înaltul titlu de consilier privat (Geheimrat). Osgood era un bărbat robust, roșu la față, deja tare chel, cu o barbă în formă de mătură, după moda europeană. Obişnuia să-și dea aere de pontif la întrunirile clubului matematic de la Harvard, unde își fuma țigara de foi într-un fel evident preluat de la cineva, despre care am aflat mai tîrziu că era însuși Felix Klein. El o ascu-

¹ Corespunde cu postul de asistent în universitățile europene. — *Nota trad.*

tea cu briceagul și fuma țigara pînă ce nu mai rămînea decît un chiștoc.

Unele cărți le-a scris într-o germană foarte acceptabilă; avea și idei cvasimoraliste foarte rigide despre ce e bine și rău în matematică, în afara oricărei corectitudini logice. Cei care lucrau sub conducerea sa constatau că el îi considera legați de aceste principii.

Cred că mi-am exprimat insuficient recunoștința față de profesorul Osgood pentru binele ce mi l-a făcut asigurîndu-mi numirea la Institutul tehnic din Massachusetts sau, cum i se spune mai frecvent M. I. T. Totuși, acest act de amabilitate era contrabalansat de unele aspecte negative. În primul rînd, n-am simțit niciodată că m-ar stima cu adevărat și nici n-am crezut că mi-ar fi asigurat o bună primire la Harvard. Apoi, o dată cu revenirea la viața normală de după război, posturile au devenit abundente. M. I. T. avea nevoie de un număr mare de persoane pentru munca didactică de rutină. Conducerea superioară a institutului din perioada aceea era de părere că funcția catedrei de matematică consta în prelegeri de rutină, și în nimic altceva decît prelegeri de rutină.

Este adevărat că la M.I.T. unele spirite devotate de la catedra de matematică sperau, în pofida oricărei evidențe, că va veni ziua cînd M.I.T. își va ocupa locul de mare centru de cercetare matematică americană alături de Harvard și Princeton. Acești matematicieni continuau să înfrunte cu curaj un mediu nefavorabil, căci M.I.T. era pe atunci pur și simplu o școală de ingineri, iar matematica era privită aici doar ca un instrument pentru completarea pregătirii inginerești. Totuși, ei se bucurau de o anumită simpatie tolerantă din partea profesorului H.W. Tyler, șeful secției, chiar dacă nu coopera cu ei prea activ. Profesorul Tyler, un bărbat scund, energic și bărbos, nu era el însuși un cercetător și inițial îl satisfăcea pe deplin faptul că secția pe care o conducea era auxiliară, adică ajuta la formarea unor oameni al căror interes real era pe tărîm ingineresc. Dar, ca orice bun conducător, era gata să folosească orice prilej

pentru ridicarea catedrei sale, iar mai târziu, când se ivi ocazia de a se acorda oarecare prestigiu cercetării, el ne-a susținut.

Mulți dintre colegii mei erau prietenoși, dar cel care m-a încurajat cel mai mult a fost C. L. E. Moore. El nutrea o afecțiune și o dragoste pentru matematică care-i stimula pe alții să se ridice pînă la un nivel la care el însuși n-ar fi putut aspira niciodată. Aș vrea să plătesc aici tributul cuvenit abnegației și integrității acestui bărbat înalt, cam stîngaci, plin de umor și bunăvoință.

În cursul primilor mei ani la M.I.T. am locuit acasă. Sora mea mai mare, Constance, terminase colegiul Radcliffe și se înscrișese la doctoratul în matematici la Chicago. Dărilor ei de seamă asupra studiului matematic, mai degrabă ortodox, îmi stimulau ambiția, dar mă făceau să mă îndoiesc foarte mult că aș obține vreodată, în mod real, un mare succes. Sora mea mai tânără, Bertha, studia chimia, la început la Radcliffe, iar mai târziu la M.I.T.

În perioada aceea am încercat să duc o oarecare viață mondenă, participînd la ceaiurile de duminică organizate de părinții mei acasă sau de prietenii sursorilor mele. Eram tot atît de stîngaci ca înainte și continuam să fac ceea ce îmi cereau stăruitor părinții. Ei încercau cu tot dinadinsul să-mi aleagă prietenii și să-i respingă pe cei pe care nu-i găseau potriviți. În ceea ce privește fetele cărora le acordam atenție, ei exercitau un drept de veto absolut. În această chestiune se călăuzeau mai mult după ceea ce li se părea a fi atitudinea fetei față de restul familiei decît față de mine personal. Mă simțeam frustrat și rușinat și tot mai hotărît să fac uz de vacanța mea de vară pentru a scăpa de tirania părinților.

Institutul tehnic era cel puțin un loc unde familia nu mai putea să-și exercite presiunea atît de lesne. Aveam un orar foarte încărcat, peste douăzeci de ore pe săptămînă, totuși, găseam timp nu numai pentru a studia matematica, ci și pentru muncă de creație în acest domeniu. Folosind întreaga mea forță de om tînăr, îmi petreceam întreaga zi la Institut, de la nouă dimineața pînă la cinci seara, și nu găseam plăcere

mai mare decât să-mi petrec în încăperile goale și duminicile, când nimeni nu-mi tulbura gândurile. O cincime din ceea ce făceam atunci ar fi prea mult pentru mine acum.

În materie de distracții, în afară de cinematograf și de trupa de la vechiul Copley Theater, făceam plimbări pe Colinele Albastre sau în Munții Middlesex și încercam să construiesc o sanie primitivă pentru a coborî panta în spatele cimitirului Mount Auburn. Aveam câțiva prieteni printre colegii mei mai tineri și doctoranzii de la Harvard. Iarna obișnuiam să mă plimb pe zăpadă de la casa noastră din Sparks Street pînă la Institut, sau pînă la Boston, iar primăvara și toamna jucam puțin și foarte prost tenis.

Tot la M.I.T. începu să se contureze interesul meu mereu crescînd pentru aspectele fizice ale matematicii. Ferestrele Institutului dădeau spre fluviul Charles, oferind o perspectivă constantă de mare frumusețe. Apele fluviului în permanentă mișcare desfătau privirea. Pentru mine, ca matematician și fizician, ele aveau însă și o altă semnificație : cum s-ar putea aduce la o regularitate matematică studiul mulțimilor de încrețituri și valuri în perpetuă deplasare ? Căci nu era oare cea mai înaltă chemare a matematicii să descopere ordinea în dezordine ? Valurile ba se ridicau în sus, purtînd cu ele pete de spumă, ba deveneau încrețituri de-abia observabile. Uneori, lungimile lor se puteau măsura în inci¹, alteori ajungeau la mulți iarzi². Ce limbaj descriptiv aş fi putut folosi pentru a exprima aceste fenomene clar vizibile, fără a mă înneca în complexitatea inextricabilă a detaliilor ? Această problemă a valurilor era clar o problemă de medie și statistică și în acest fel strîns legată de integrala Lebesgue, pe care o studiam atunci. Așa am început să văd că instrumentul matematic pe care îl căutam era potrivit pentru descrierea naturii și am devenit tot mai conștient că tocmai în natură trebuie să caut limbajul și problemele investigațiilor mele matematice.

¹ 1 inci (101) = 2,54 cm. — *Nota trad.*

² 1 iard = 0,9144 m. — *Nota trad.*

Dintre numeroșii mei colegi mai în vîrstă de la M.I.T., unul îndeosebi m-a ajutat să devin conștient de latura fizică a matematicii : Henry Bayard Phillips, a cărui activitate n-a încetat nici astăzi. Este de fel din Carolina, înalt, slab și fără vîrstă. S-a format într-o perioadă cînd vremurile grele de după războiul civil nu constituiau încă o amintire îndepărtată. El era și este un individualist desăvîrșit, preocupat mai mult să creeze lucruri noi decît să le publice. De la Phillips am învățat mai mult decît de la oricare altul importanța punctului de vedere fizic pentru matematicianul pur și datorită lui am cunoscut marea operă a lui Willard Gibbs în domeniul mecanicii statistice. Întîlnirea cu el a constituit un eveniment intelectual crucial în viața mea.

Willard Gibbs, cel mai mare om de știință al Americii, a lucrat pe acest teren intermediar și de fapt a fost aici un pionier. El a dus o viață liniștită și retrasă la Yale, unde a murit în 1903, aproape necunoscut de studenții și colegii săi. El a adus numeroase contribuții atît în fizică cît și în matematică, dar din întreaga sa activitate cel mai mare interes pentru mine îl prezenta mecanica sa statistică. Tocmai prin opera sa în acest domeniu a exercitat el o influență atît de profundă asupra propriei mele cariere.

Marea tradiție în fizică preluată de la Newton era necesarmente o tradiție deterministă, în cadrul căreia se presupune că cunoașterea perfectă a universului la un moment dat implică o cunoaștere perfectă a istoriei sale în decursul timpurilor. Newton ar fi afirmat că determinarea pozițiilor și vitezelor prezente ale particulelor dintr-un val în mișcare pe suprafața fluviului Charles ar permite să prevedem mișcarea întregului val pe vecie. Din nefericire, cu instrumentele noastre de măsurare limitate nu putem dispune de cunoașterea perfectă a prezentului, astfel încît cercetătorului în fizică i se pune problema de a stabili cît de departe poate să meargă cu acea cunoaștere imperfectă care-i stă la dispoziție.

În acest scop, el trebuie să lucreze nu cu un univers unic și fix, ci simultan cu multe universuri diferite, fiecare din ele avînd o probabilitate predetermi-

nată. El nu poate să spună ce se va întâmpla întotdeauna, ci ce se poate întâmpla într-un anumit timp în anumite condiții. Această nouă fizică a probabilității fusese de mult în curs de elaborare, dar fără doar și poate că opera lui Gibbs urmărea formularea ei clară și definitivă.

Cînd am început să lucrez la M.I.T., eram pregătit intelectualicește pentru a fi influențat de opera lui Gibbs. Exact înainte de începutul primului meu semestru de lucru sosise din Cincinnati la Cambridge dr. I. Barnett, cu care am stat de vorbă despre multe probleme matematice și personale. Întrucît era pentru prima oară că mă apucasem de o treabă de adevărată maturitate în matematică, eram curios să știu ce problemă ar merita să stea în centrul noii mele munci. L-am rugat pe Barnett să-mi propună o problemă nouă și simpatică, iar el mi-a spus că se lucrează mult în legătură cu generalizarea conceptului de probabilitate, în așa fel încît să includă probabilitățile în care diferitele stări studiate să nu fie reprezentate prin puncte, în plan sau în spațiu, ci prin ceva de felul unor căi curbilinii în spațiu.

De exemplu, o problemă de probabilitate unipunctuală poate privi distribuția rezultatelor tragerilor într-o țintă, cînd ne punem întrebarea ce putem pronostica cu privire la modul în care ele se vor îngrămădi înspre centrul țintei. Pe de altă parte, o problemă de probabilitate curbilinie se poate pune atunci cînd vrem să caracterizăm zborul unei albine sau, și mai bine, drumul unui om care e atît de beat, încît nu există nici o legătură între direcția pasului său anterior și pasul său prezent. Dacă așezăm un asemenea om în centrul unui cîmp pătrat de dimensiuni date, cît timp îi va trebui în medie pentru a ieși din acel cîmp?

Această nouă preocupare pentru rezultatul probabil al unei comportări neregulate are o anumită însemnătate istorică. Începutul secolului al XX-lea a asistat la o schimbare în matematică spre o viziune mai complexă a lumii. Marele interes al secolului al XIX-lea a fost studiul punctelor și al cantităților depinzînd de puncte. Noua orientare încerca să facă

pentru curbe ceea ce vechea analiză făcuse pentru puncte.

Rădăcinile acestei noi orientări se aflau în lucrările din secolul al XIX-lea sau chiar al XVIII-lea care se ocupau de calculul variațiilor. Calculul diferențial rectiliniu al lui Newton și Leibniz tratase asemenea probleme de maxim și minim ca cele ale vârfului unei coline sau ale fundului unei vâlcele sau problema conexă a formei unei trecători în munți. Calculul variațiilor se ocupa de probleme ca aceea a drumului celui mai rapid de la un punct la altul pe o curbă printr-o regiune în care viteza posibilă de deplasare variază de la punct la punct.

Dar, deși originile matematicii maximelor și minimelor pentru curbe erau foarte vechi, deplina dezvoltare a domeniului respectiv este de dată mai recentă. Lumea curbelor are o structură mai bogată decât lumea punctelor. Îi fusese dat secolului al XX-lea să pătrundă în întreaga bogăție a acestei lumi.

Ca un rezultat al sugestiilor lui Barnett, mi-am petrecut primul an la Institutul tehnic din Massachusetts cercetînd diferite extinderi ale integralei Lebesgue la sisteme mai complicate decât cele examinate de Lebesgue însuși. Exista o lucrare în acest domeniu scrisă de un tînăr francez pe nume Gâteaux, care fusese ucis în război. Dar această lucrare era doar un fragment și, continuînd cercetarea, mi s-a părut că ea duce într-o direcție greșită.

Mai erau și cîteva articole scrise pe această temă de savantul englez P. J. Daniell, care pe atunci predă la Institutul Rice din Houston-Texas. Lucrările lui Daniell mi-au plăcut mult mai mult decât aceea a lui Gâteaux și le-am folosit ca model. Acest autor nu se ocupa însă în mod expres de familii de curbe, iar lucrarea pe care am scris-o, aplicînd metodele sale în acest domeniu, mi s-a părut pe atunci artificială și nesatisfăcătoare.

Eram un cititor avid al revistelor, și îndeosebi al publicației *Proceedings of the London Mathematical Society* (Lucrările societății matematice din Londra). Aici am găsit un articol relativ la teoria turbulenței semnat de G. I. Taylor, care ulterior avea să devină

sir Geoffrey Taylor. Teoria turbulenței este un domeniu de importanță esențială pentru aerodinamică și aviație, iar sir Geoffrey a fost timp de mulți ani o somitate în cercetarea britanică din acest domeniu. Tema articolului era apropiată de preocupările mele, întrucît în mișcarea turbulentă drumurile particulelor de aer sînt curbe, iar rezultatele fizice ale lui Taylor impun media sau integrala pe familii de asemenea curbe.

Trebuie să menționez că, vizitînd ulterior Anglia, l-am cunoscut pe Taylor foarte bine. El reprezintă în știință un tip specific de englez : diletantul cu competență de profesionist. Este un yachtman renumit și are înfățișarea unui om care trăiește în aer liber, caracteristică yachtmanilor. Într-adevăr, una dintre realizările de care este cel mai mîndru este inventarea unui nou tip de ancoră pentru yacht.

Avînd la dispoziție lucrarea lui Taylor, am început să mă gîndesc tot mai mult la posibilitățile fizice ale unei teorii a mediilor pe curbe. Problema turbulenței era prea complicată pentru a fi atacată imediat, dar exista o problemă înrudită pe care am găsit-o tocmai bună pentru considerentele teoretice ale domeniului pe care mi l-am ales. Era problema mișcării browniene și ea avea să-mi furnizeze obiectul primei mele lucrări matematice mai importante.

Pentru a înțelege mișcarea browniană, să ne imaginăm o minge în jurul căreia roiesc o mulțime de oameni. Cîteva persoane din mulțime vor lovi mingea și o vor mișca. Unii o împing într-o direcție, alții în alta, iar echilibrul loviturilor va fi, probabil, destul de bun. Dar, în pofida acestor lovituri echilibrate, rămîne faptul că avem lovituri ale unor indivizi și că echilibrul lor va fi numai aproximativ. De aceea, un timp mingea va rătăci pe teren ca bețivul de care am mai vorbit și vom obține o anumită mișcare neregulată, în care ceea ce se întîmplă în viitor va avea foarte puțin de-a face cu ceea ce s-a întîmplat în trecut.

Acum să examinăm moleculele unui fluid, indiferent dacă este gaz sau lichid. Aceste molecule nu vor fi în repaus, ci vor avea o mișcare neregulată, întîm-

plătoare, asemănătoare mișcării persoanelor de pe terenul aglomerat. Această mișcare va deveni mai activă o dată cu creșterea temperaturii. Să presupunem că am introdus în acest fluid o mică sferă care poate fi împinsă de către molecule așa cum oamenii loveau mingea. Dacă această sferă este extrem de mică, n-o putem vedea, iar dacă este extrem de mare și suspendată într-un fluid, ciocnirile particulelor fluidului cu sfera vor fi, în medie, suficient de echilibrate pentru ca să nu se observe nici o mișcare. Există un stadiu intermediar, când sfera este suficient de mare pentru a fi vizibilă și suficient de mică pentru a apărea la microscop într-o mișcare permanent neregulată. Această agitație, care indică mișcarea neregulată a moleculelor, este cunoscută sub numele de mișcare browniană. Ea a fost observată pentru prima oară la microscop de observatori din secolul al XVIII-lea, ca o agitație universală a tuturor particulelor suficient de mici.

Aici aveam o situație în care particulele descriu nu numai curbe, ci și ansambluri statistice de curbe. Era un poligon experimental ideal pentru ideile mele referitoare la integrala Lebesgue într-un spațiu de curbe și avea structura abundant fizică din lucrările lui Gibbs. Pe acest teren m-am decis să aplic lucrarea pe care o elaborasem deja în domeniul teoriei integrării. Am raportat un succes considerabil.

Ca obiect de studiu al fizicienilor, mișcarea browniană nu era de loc nouă. Existau lucrările fundamentale ale lui Einstein și Smoluchowski care o tratau. Numai că ele se ocupă de ceea ce se întâmplă cu o particulă dată la un moment dat sau de statistica pe termen lung a multor particule, dar nu cu proprietățile matematice ale curbei descrise de o particulă separată.

În acest domeniu, literatura era foarte săracă. Există însă o observație foarte importantă făcută de fizicianul francez Perrin în cartea sa *Les Atomes*; acesta spunea că curbele foarte neregulate parcurse de particule în mișcarea browniană ne fac să ne gândim la curbele continue nederivabile ale matematicienilor. Mișcarea este continuă fiindcă particulele nu

fac niciodată salturi și nederivabilă fiindcă ele nu par niciodată să aibă o direcție definită a mișcării.

În mișcarea fizică browniană este, desigur, adevărat că particula nu este supusă unei acțiuni absolut perpetue a moleculelor cu care se ciocnește ; în realitate, între o ciocnire și cea următoare există mici intervale de timp. Dar acestea sînt mult prea scurte pentru a putea fi observate prin vreuna din metodele obișnuite. De aceea, este firesc să idealizăm mișcarea browniană, considerînd că moleculele ar fi de dimensiuni infinitezimale, iar ciocnirile ar avea loc în mod continuu. Tocmai această mișcare browniană idealizată a fost studiată și eu am stabilit că ea este un substitut excelent pentru proprietățile enigmatice ale mișcării browniene reale.

Spre surprinderea și bucuria mea, am constatat că mișcarea browniană astfel concepută are o teorie formală cu un înalt grad de perfecțiune și eleganță. În cadrul acestei teorii am reușit să confirm conjectura lui Perrin și să arăt că, cu excepția unei mulțimi de cazuri de probabilitate nulă, mișcările browniene erau curbe continue nederivabile.

Cred că articolele pe care le-am scris în această materie au dezvăluit pentru prima dată ceva într-adevăr nou : posibilitatea de a îmbina tehnica de integrare a lui Lebesgue cu ideile fizice ale lui Gibbs. Desigur că ele nu rezolvau problemele implicate de justificarea tehnică a operei lui Gibbs, probleme care urmau să fie rezolvate ulterior în sensul lui Lebesgue de către Bernard Koopman, J. von Neumann și G. D. Birkhoff. Dar aceasta a avut loc în 1930, cînd ideea că Gibbs și Lebesgue au ceva comun nu mai era de mult o noutate.

În timp ce scriam primele mele studii asupra mișcării browniene, a început să atragă atenția și un alt fenomen pentru descrierea căruia se putea lua, de asemenea, în considerare lucrarea mea. Acesta era așa-numitul efect de alicie, legat de trecerea unui curent electric printr-un fir sau printr-un tub cu vid, sub forma unui flux de electroni discreți. Nu este chip de a crea un flux discret care să nu îngrămădească în anumite momente electroni, lăsîndu-i în alte momente

cam răzlețiți. Aceste neregularități — efectul de alice — sînt foarte mici, dar ele pot fi amplificate cu ajutorul unor amplificatori cu lămpi cu vid, astfel încît să poată fi auzite. Acest zgomot de lampă sau zgomot de conductor este un efect care limitează mult utilizarea aparaturii electrice puternic încărcate.

În 1920, foarte puține circuite electrice erau încărcate pînă la punctul în care efectul de alice devine critic. Dezvoltarea de mai tîrziu însă — la început a radiodifuziunii, iar apoi a radarului și televiziunii — a adus efectul de alice pînă la punctul cînd a devenit preocuparea imediată a oricărui inginer de comunicații. Acest efect de alice nu numai că era similar prin originile sale cu mișcarea browniană, întrucît rezulta din caracterul discret al universului, dar avea în esență aceeași teorie matematică.

Astfel, lucrările mele asupra mișcării browniene au devenit după vreo douăzeci de ani un instrument deosebit de util pentru inginerii electricieni. Însă vreme îndelungată, opera mea părea a fi un copil născut mort. Cînd, în sfîrșit, m-am apucat să scriu primele articole asupra mișcării browniene, în cursul verii petrecute la Strasbourg — despre care voi vorbi în capitolul următor —, n-am făcut de loc senzație în lumea matematicienilor.

Ecoul unui articol depinde nu numai de valoarea sa intrinsecă, ci și de interesele celorlalți cercetători din domeniul respectiv. În matematica americană, în perioada imediat următoare primului război mondial, marile nume erau Veblen și Birkhoff. Veblen se interesa de topologie, despre care am vorbit, și credea că misiunea lui este să dezvolte acest domeniu abstract, prezentîndu-l ca o nouă matematică americană, în contrast cu matematica europeană a analizei, a calculului diferențial și integral, pe care el o considera epuizată și muribundă.

El a contribuit la elaborarea unei discipline matematice valoroase, dar concepția sa asupra stării analizei s-a dovedit cel puțin prematură. În orice caz, eu mă angajasem prea mult în acest domeniu pentru a accepta cerințele modei noi.

Birkhoff, dimpotrivă, era un analist. După cum am spus, el devenise liderul necontestat al analizei americane și era hotărît să-și mențină această poziție. Se autoconvinsese că adevărata analiză înseamnă, în primul rînd, acele domenii ale dinamicii în care lucrase Poincaré și la care Birkhoff însuși adusese contribuții majore. Pentru dînsul, tot restul trebuia băgat în categoria neinteresantă a „problemelor speciale“.

Astfel, liderii matematicii americane n-au avut ochi pentru lucrările mele decît mulți ani mai tîrziu, cînd s-a ridicat o nouă generație și cînd nevoile presante ale industriei și războiului au arătat că problemele pe care le rezolvasem sau asupra cărora aruncasem lumină merită cu adevărat atenție.

În Europa am fost mult mai bine primit decît acasă. Maurice Fréchet, cu care mi-am petrecut vara anului 1920, a manifestat un oarecare interes pentru opera mea, care în multe privințe era în spiritul lucrărilor sale. Colegul său mai tînăr Paul Lévy începuse deja să urmărească direcții de gîndire apropiate. În Anglia, Taylor era receptiv la ideile mele.

Bătrînul meu profesor Hardy era amabil cu mine în calitate de fost student al său și m-a covîrșit cu încurajări într-o vreme cînd acest articol nu era ușor de găsit. Chiar și așa, în Europa, ca și în Statele Unite, eram considerat mai degrabă ca un tînăr cu anumite abilități periferice decît ca un stîlp al generației ce se ridica.

Oricum, eu eram pe deplin convins de importanța noilor mele idei, cu atît mai mult cu cît ele se organizau foarte rapid într-un domeniu cu propriul său formalism, redus, dar ordonat. Fondul părea bun și chiar de pe atunci nu m-ar fi surprins să aflu că va avea un viitor considerabil. Pentru a înțelege ramificațiile lucrării mele, trebuia să studiez mult mai multe decît știam deja în domeniul undelor și vibrațiilor sau, în termeni matematici, serii Fourier, integrala Fourier și alte asemenea. Am început să mă familiarizez temeinic cu acele ramuri ale matematicii care dovediseră deja că au o semnificație fizică. Toate acestea se imbinau cu dorința colegilor mei de la M.I.T. de a mă vedea ocupîndu-mă de matematica

aplicată. Din acel moment, lucrările mele n-au mai fost nicicând întâmplătoare sau nesistematice, ci aveau o direcție precis definită, pe care puteam înainta în mod firesc.

Matematica este în mare măsură un joc de tinerețe. Este o gimnastică a intelectului cu cerințe care pot fi satisfăcute numai când ești în plină tinerețe și forță. După publicarea unuia sau a două articole promițătoare, mulți tineri matematicieni care au dat semne de pricepere cad în aceeași uitare care îi acoperă pe eroii de ieri ai sportului.

Și totuși, nu poți să te mulțumești să privești viitorul ca o scurtă perioadă de rezultate și de înmugurire a unei activități sortite să fie urmată de plictiseala unei vieți întregi. Dacă un matematician vrea ca întreaga sa carieră să fie altceva decât o văpaie de scurtă durată, el trebuie să-și consacre scurta sa primăvară de mari posibilități creatoare descoperirii unor noi domenii și unor noi probleme, de asemenea bogăție și vigoare, încât să nu le poată epuiza în cursul vieții sale. Marele meu noroc a fost că problemele care m-au pasionat în tinerețe și a căror cercetare am inițiat-o nu par nici acum, la cei șaiszeci de ani ai mei, să-și fi pierdut capacitatea de a mă solicita la maximum.

Dar să nu credeți nici o clipă că în familie noile mele succese au făcut din mine un erou. Tata se bucura de sîrguința mea și de priceperea evidentă de a elabora lucrări care îmi plăceau cel puțin mie; dar, pe vremea aceea, pretențiile mele nu se bucurau de mult ecou la colegii mei, iar tata de mult nu mai era suficient de activ și de interesat de matematică pentru a aprecia lucrările mele la justa lor valoare.

CONGRESUL INTERNAȚIONAL DE
MATEMATICĂ DE LA STRASBOURG
DIN 1920

În capitolul de față, ca și în cele următoare voi avea prilejul să scriu despre diversele mele călătorii în străinătate. Aceste călătorii reprezintă o parte esențială atât a vieții mele personale, cât și a vieții mele de om de știință. Ele nu au fost în nici un caz simple plimbări sau interludii care să mă intereseze doar ca un amuzament, deși, de fapt, mi-au făcut întotdeauna mare plăcere. Aici trebuie să mă explic întrucîtva, să arăt ce au însemnat ele pentru mine și, în special, ce importanță a avut pentru mine voiajul din 1920.

Ca și în alte cazuri cînd relatez evenimente din viața mea, și aici trebuie să încep prin a mă referi la tatăl meu. Educația primită de părintele meu fusese în întregime europeană și, deși urmase liceul și pentru o scurtă perioadă o școală medicală din acea parte a Poloniei care atunci era teritoriu rusesc, el era pe deplin conștient că principalele sale legături în materie de cultură erau germane. Nivelul ridicat al liceului german, adică al școlii secundare clasice, determinase dominația acestuia în Europa centrală și răsăriteană. Toți europenii instruiți din răsărit erau tributari în oarecare măsură învățămîntului german.

Tata era deosebit de legat de cultura germană. Părintele său fusese ziarist în presa de limbă idiș, dar era un mare admirator al limbii germane culte, pe care o prefera de departe limbii idiș. Într-o zi, el ho-

tări ca ziarul pe care-l edita la Bialystok să nu mai apară în idiș, ci în limba germană. Evident, aceasta l-a costat aproape totalitatea abonatilor săi și, începînd din acel moment, cariera bunicului meu n-a cunoscut decît eșecuri.

Pentru tatăl meu limba maternă fusese cea germană. Mai tîrziu, a plecat la Berlin să studieze ingineria la vechiul Institut politehnic din Berlin, pe vremea cînd această școală nu se mutase încă din centrul Berlinului în cunoscutul său sediu ulterior din Charlottenburg. Studiile superioare ale tatălui meu au fost scurte și furtunoase. În cele din urmă, el părăsi Germania (al cărci cetățean era) pentru a se angaja într-o aventură nebuloasă de întemeiere a unei colonii umanitare de vegetarieni undeva în America centrală.

Proiectul nu a fost niciodată clar conceput. Celălalt tînar care plecase împreună cu tata găsi în curînd că nu e făcut pentru această aventură. Tata eșuă fără un ban în buzunar la New Orleans și nu a mai ajuns niciodată în America centrală. Timp de cîțiva ani, el a dus o existență în genul lui Huckleberry Finn în Vest și Sud.

În cele din urmă găsi posibilitatea de a reveni, după multe ocolișuri, la cariera pentru care era cel mai bine pregătit : lingvistica. A predat un timp la Liceul central din Kansas City, iar mai tîrziu la Universitatea din Missouri, de unde nimeri întîmplător la Harvard. Aici, el atrase atenția profesorului Francis Child, cel care publicase *Baladele scoțiene*. Astfel ajunse să obțină un post de asistent la Harvard, iar mai tîrziu, după mulți ani, obținu catedra de limbi și literaturi slave.

Tata era un om de știință entuziast, ale cărui interese se întindeau mult dincolo de domeniul limbilor slave. El se considera un mare savant după modelul german. Aceasta îl făcea să fie în mare măsură bivalent.

Pe de o parte, era în esență un liberal german de tipul binecunoscut pe la mijlocul și sfîrșitul secolului al XIX-lea, simpatizînd întru totul cu tradiția intelectuală germană, așa cum se formase ea de pe vremea

cînd simbolul aspirațiilor germane era Goethe, și nicidecum viitorul împărat Wilhelm al II-lea. Deși despărțit de Germania, în mare măsură autodidact și în afara tradiției academice germane ortodoxe, el a sperat, totuși, timp de mulți ani că prin vigoarea și integritatea sa intelectuală va putea obține din partea Germaniei recunoașterea drept mare savant german.

Nutrind asemenea nădejdi, tata n-a dat cît de cît dovadă de simțul realității. Era un om prea cinstit și naiv pentru a se descurca în problemele de viață. A avut nevoie de mulți ani pînă să-și dea seama că marea tradiție intelectuală germană devenise aservită în domeniul științei unui grup de interese restrînse. Marile progrese realizate de Imperiul german după războiul franco-prusian aduseseră cu ele un puternic spirit arivist și cultul succesului material. Trebuie să recunoaștem că în universitățile germane erau multe persoane gata să accepte ideile noi, indiferent de proveniența lor. Din toate aceste motive, pe măsura trecerii anilor, pătrunderea în cercul intim al vieții intelectuale germane devenea tot mai greu de realizat pentru cineva din afară. Lucrul acesta se resimțea în mod deosebit în domenii ca filologia și lingvistica, în care este dificil sau chiar imposibil a se aprecia obiectiv meritele unei lucrări noi. Ușile recunoașterii complete erau închise pentru tata.

Cînd el a vizitat Germania pe la începutul veacului și apoi mai tîrziu în 1914, și-a dat seama că este mult mai în afara problemelor decît se așteptase sau se temuse. Aceasta l-a rănit. El a început să aibă resentimente și chiar să urască Germania, cu acel fel de ură pe care-l rezervăm celor apropiați atunci cînd ai sentimentul că ei te nedreptățesc.

Această ură a fost accentuată de schimbările politice și sociale pe care le-a observat în noua Germanie.

În plus, nu-i plăcea militarismul german, așa cum l-a văzut în ajunul primului război mondial. El a devenit unul dintre principalii sprijinitori americani ai punctului de vedere al Antantei franco-engleze. Împreună cu Bierwirth, profesor la secția de limbă germană de la Harvard, și el un antimilitarist înfocat, se plimba în fiecare dimineată pe Brattle Street, înjurînd

Germania în limba germană. Însăși intensitatea sentimentelor sale era o dovadă că se simțea personal implicat în treburile europene, ceea ce era cu totul altceva decât izolaționismul virtual al americanului mediu sau chiar al savantului american mediu.

Tatăl meu era un mare admirator al Americii și a mai tot ce era american, dar în același timp un admirator din afară. El critica aspru multe lucruri din America, în particular superficialitatea anumitor sectoare din învățământul american. Intensitatea manifestă a dragostei sale pentru America și caracterul concret al acestei dragoste erau poate trăsăturile cel mai puțin americane la dînsul. El iubea America ca și cum ar fi fost o descoperire a sa personală, și nici-decum ca un fundal care i-ar fi fost atît de familiar încît să nu-l mai observe.

Acasă aveam obiceiul să primim în vizită savaanți europeni care erau foarte liberali și dezaprobau starea de lucruri de atunci din Europa. Am avut astfel ca oaspete pe Thomas Masaryk, care mai tîrziu a devenit președintele Cehoslovaciei și unul din marii bărbați de stat ai Europei, pe Paul Miliukov, istoric, economist, membru al Dumei rusești și pînă la urmă aliatul lui Kerenski, pe părintele Palmieri de la Departamentul propagandei, principala autoritate catolică în problemele bisericii răsăritene și ale diferitelor biserici unite care intraseră în orbita catolicismului, iar în timpul războiului mondial ne-a vizitat Mihail Iașevici, inginerul siberian care avea misiunea de a încheia diferite contracte în numele Rusiei țariste și de a strînge bani.

Astfel ne obișnuisem să auzim vorbindu-se în casă limbi străine. De fapt, tata cunoștea vreo patruzeci de limbi. El era atît de versat în chestiunile lingvistice, încît insistențele sale ca profesor asupra acurateței și fluenței vorbirii au avut efectul întrucîtva surprinzător de a inhiba aproape complet eforturile mamei și ale noastre, ale copiilor, de a vorbi mai mult decât o singură limbă.

Pe acest fundal era inevitabil să mi se dezvolte o mare curiozitate în legătură cu Europa și o sete profundă de cunoaștere a surselor științei europene. La

aceasta s-au adăugat și alți factori, care mă priveau mai direct, afectînd propriile mele interese. Anii petrecuți în Anglia și, într-o măsură mai mică, semestrul meu de la Göttingen au constituit, ca să zic așa, prima experiență autentică a eliberării de casa părintească și de presiunea exercitată de părinți. Prima mea pregătire pentru cercetări a fost engleză și, într-o măsură mai mică, germană. Recunoașterea prietenească pe care începeam s-o găsesc în Europa contrasta acut cu ostilitatea pe care am resimțit-o la Harvard.

Este adevărat că în universitățile engleze cercetătorii au uneori cochetăria de a simula amatorismul, considerînd că nu este demn să te ocupi prea mult și prea temeinic de munca științifică, grea și anevoioasă. Dar aceasta era mai curînd o poză. Nu era nevoie de prea mare efort ca să vezi că acești oameni, care se conformau convenției de indiferență, erau de fapt foarte interesați de idei și mai mult decît dornici să vorbească despre ele. La Harvard însă, lipsa de interes pentru munca științifică era mai mult decît o poză convențională. Tipul mediu de lucrător de la Harvard considera că este de prost gust să vorbești prea mult sau să te gîndești prea mult la știință. Efortul de a încerca să fie un gentleman era suficient pentru a-l epuiza resursele.

Este deci ușor de înțeles că după sfîrșitul războiului eram setos de contacte europene și foarte dornic de a reveni la relativa libertate pe care mi-o oferea o călătorie în Europa, unde mîna autoritară a familiei nu mai putea să mă ajungă. Dar mai era un motiv pentru care călătoria mă tenta: Congresul internațional de matematică, care urma să se țină la Strasbourg.

În condiții normale, în toate domeniile științei se stabilise obiceiul ca cei care lucrează într-un domeniu major, matematică sau fizică sau chimie, să se întrunească, să zicem o dată la patru ani, într-un centru important, unde să prezinte comunicări și să dezbată problemele legate de munca lor. Din păcate, primul război mondial a întrerupt aceste manifestări de universalitate a științei, iar după război scindarea

lumii în două lagăre ostile amenința să împiedice și mai mult aceste contacte.

Ultimul Congres internațional de matematică dinaintea de război avusese loc în Anglia, în 1912, la Cambridge. Congresul următor ar fi trebuit să se țină în 1916; era evident imposibil să aibă loc și a trebuit să se renunțe la el. Următorul, cel din 1920, nu avea stabilit nici un mecanism adecvat pentru organizare. Franța se decise să completeze lacuna și să organizeze Congresul internațional în orașul de curând redevenit francez Strasbourg și în universitatea sa, acum franceză. Aceasta devenise a doua universitate a Franței, unica universitate provincială cu o mare tradiție proprie.

Hotărîrea era, în multe privințe, nefericită. Mai târziu am regretat micul meu aport — prin participare — la consacrarea acestei adunări. Germanii erau excluși ca un fel de pedeapsă. După opinia pe care mi-am format-o în anii maturității, măsurile punitive nu-și au locul în relațiile științifice internaționale. Poate că ar fi fost imposibil să se țină un adevărat congres internațional încă vreme de câțiva ani, dar această amânare ar fi fost preferabilă față de ceea ce s-a întâmplat, adică naționalizarea unei instituții autentic internaționale. În ceea ce mă privește, nu pot decît să spun că eram tînăr și nu mă simțeam direct răspunzător de orientarea vieții științifice internaționale. Eram avid să utilizez posibilitatea de a revizita Europa în calitate de om de știință, cu oarecare mici state de om de știință.

Speram că voi fi în stare să utilizez perioada dinaintea de deschiderea congresului, în septembrie, pentru a lucra cu un savant european în domeniul care mă interesa. Savantul pe care l-am ales era Maurice Fréchet. Mai mult ca oricare altul, Fréchet întrevăzuse implicațiile matematicii noi — o matematică a curbelor, și nu a punctelor —, domeniu despre care am vorbit în capitolul anterior. Pe vremea aceea ne așteptam cu toții ca lucrările sale să marcheze următorul pas important spre matematica viitorului.

Trebuie să spun că în prezent lucrările lui Fréchet s-au dovedit a fi foarte importante, dar mai puțin

fundamentale decît ne-am aşteptat. Opera sa este scrisă în spiritul unui formalism abstract, care este fundamental ostil oricărei aplicaţii fizice serioase. Dar este mai uşor să apreciezi lucrurile din trecut decît să estimezi pe cele din viitor şi ar fi fost cam greu pe vremea cînd eram la Strasbourg să precizăm că Fréchet nu va fi liderul necontestat al matematicienilor din generaţia sa.

Ceea ce m-a atras în mod deosebit spre Fréchet a fost faptul că spiritul lucrărilor sale era foarte apropiat de lucrările pe care le încercasem în domeniul topologiei, la Universitatea Columbia. Studiile mele cu Russell şi mai tîrziu contactul meu cu lucrările lui Whitehead m-au sensibilizat pentru utilizarea instrumentelor logicii formale în matematică, iar în lucrările lui Fréchet o mare parte se cerea de la bun început încorporată în limbajul logico-matematic specific şi foarte original pe care Whitehead şi Russell l-au conceput pentru *Principia Mathematica*.

Dar, pentru a putea descrie evenimentele principale de la Strasbourg din 1920, trebuie mai întîi să scriu ceva mai detaliat despre termenii de „postulaţionism” şi „construcţionism”. Această dihotomie metodologică este una dintre problemele centrale ale matematicii moderne şi m-a preocupat în cea mai mare măsură în timpul conferinţei de la Strasbourg.

Geometria grecilor porneşte de la anumite ipoteze iniţiale, cunoscute sub numele de axiome sau postulate, care au fost concepute ca reguli absolute ale gîndirii logice şi geometrice. Unele din ele aveau un caracter predominant formal şi logic, ca, de exemplu, axioma egalităţii a două cantităţi care sînt egale cu o a treia. Alta, cu un conţinut mai curînd pur spaţial, era cea cunoscută sub numele de axioma paralelelor, care afirmă că, dacă avem un plan conţinînd o dreaptă d şi un punct P care nu se află pe dreaptă, atunci prin P şi în acest plan putem trasa o dreaptă, şi numai una, care să nu intersecteze d . Aceasta va fi, desigur, dreapta paralelă cu d .

Acest postulat nu posedă evidenţa directă a postulatelor pur logice din matematică. Generaţii întregi de matematicieni au căutat excepţii de la acest pos-

tulat. În secolul al XVIII-lea, matematicianul italian Saccheri a depus mari eforturi pentru cercetarea diferitelor consecințe ale postulatului paralelelor, în speranța că orice negare a acestei ipoteze ar duce, mai devreme sau mai târziu, la o contradicție logică. El a realizat un studiu strălucit examinând diferitele modificări ale axiomei, dar efortul său nu a fost încununat de succes. În realitate, cu cât încerca mai mult să obțină o contradicție din negarea postulatului, cu atât mai bogat era sistemul de teze care decurgea din această negație. În realitate, acest sistem de ipoteze ducea la o geometrie esențialmente diferită de geometria uzuală a lui Euclid, dar o geometrie care era mai curînd surprinzătoare decît contradictorie.

În cele din urmă, la începutul secolului al XIX-lea, un grup de matematicieni, printre care maghiarul János Bolyai, Lobacevski în Rusia și, în sfîrșit, marele Gauss în Germania, au ajuns la îndrăzneța concluzie că, negînd postulatul paralelelor, nu se ajunge la o contradicție, ci doar la o geometrie nouă și diferită, neeuclidiană. Începînd din această perioadă, a devenit tot mai clar că așa-numitele postulate ale geometriei, precum și ale celorlalte discipline matematice nu sînt adevăruri incontestabile. Ele au început a fi privite drept ipoteze pe care le putem accepta sau respinge, examinînd sisteme matematice particulare pe care dorim să le studiem mai în profunzime.

Această atitudine de tatonare în matematică, în cadrul căreia postulatele devin ipoteze emise de dragul cercetării ulterioare și nu principii fundamentale ale gîndirii, a început să fie treptat punctul de vedere standard al matematicienilor din toate țările. În America, unul dintre primii săi exponenți, poate principalul dintre primii exponenți, a fost Edward Vermilye Huntington de la Harvard, cu care am studiat în 1912 și care a exercitat o mare influență asupra modului meu de a gîndi.

În Anglia, postulaționistul principal a fost, probabil, Whitehead, dar la postulaționismul pur el a adăugat punctul de vedere conform căruia obiectele matematice ar fi construcții logice și nu pur și simplu concepte primare descrise de postulate. De exemplu, une-

ori el considera că punctul ar fi mulțimea tuturor regiunilor convexe despre care în limbajul nostru obișnuit se spune că conțin acest punct. De fapt, Huntington formulase în mod cu totul independent idei foarte asemănătoare, iar un studiu important în această direcție îl făcuse cu mai mulți ani înainte filozoful Josiah Royce. Dar exemplul clasic de construcționalism în matematică este definiția numerelor întregi, așa cum apare ea în *Principia Mathematica* a lui Whitehead și Russell.

Deosebirea dintre abordarea postulaționistă a numerelor și abordarea construcționalistă descrisă de Whitehead și Russell constă în aceea că, în cadrul postulaționismului, numerele sînt obiecte nedefinite legate printr-un ansamblu de relații formale acceptate și nu lucruri de un tip deosebit care se pot construi, pornind de la experiența noastră, prin diferite moduri de combinare a experienței mai elementare. O abordare postulaționistă a numerelor le consideră ca pe simple obiecte ce se așază într-o relație „înainte și după”, astfel încît dacă a este înainte de b și b este înainte de c , atunci a este înainte de c , iar orice număr diferit de zero are un alt număr care este imediat înaintea sa și așa mai departe. Acestea sînt unele dintre postulatele unei asemenea abordări a sistemului numeric.

În abordarea construcționalistă a numerelor, o mulțime unitate este considerată a fi mulțimea entităților care toate sînt identice între ele. În acest caz, numărul 1 devine mulțimea tuturor mulțimilor unitate. O diadă este o mulțime de entități care nu este mulțimea unitate, dar devine mulțime unitate după eliminarea vreuneia dintre entitățile care o compun. Acum se poate defini numărul doi ca fiind mulțimea tuturor diadelor. O triadă este o mulțime de entități care nu este nici mulțimea unitate, nici diadă, dar devine o diadă după eliminarea unei entități oarecare. Numărul 3 este mulțimea tuturor triadelor. În acest fel, cu ajutorul procedeului cunoscut sub numele de inducție matematică, se poate construi întreaga mulțime a tuturor numerelor naturale.

Pentru un profan, toate acestea pot părea mai curînd un joc logic steril lipsit de conținut. Oare nu am utilizat de fapt numerele 1, 2 și 3 într-o formă numai puțin voalată atunci cînd am construit aceste definiții ale primelor numere întregi? Dar pentru logician, această obiecție nu pare convingătoare, căci precizia mai mare a gîndirii dată acestor definiții îi oferă teren ferm pe care poate să stea și de pe care poate să avanseze spre alte idei matematice.

Arta de a construi obiecte matematice tot mai complicate, ca mulțimi de mulțimi și relații între relații, mi-a devenit familiară din lucrările lui Huntington și cele ale lui Russell. Am și scris două sau trei articole de aplicare a acestei tehnici la construirea anumitor situații matematice elementare.

Postulaționismul și construcționalismul, așa cum le-am descris pînă acum, nu reprezintă curențe de idei doar în matematică. Mai ales postulaționismul este agreat de fizicieni. Atît relativitatea lui Einstein cît și noua mecanică cuantică constituie regiuni în care fizica a sfărîmat cadrul geometriei clasice euclidiene și a elaborat definiții noi, care sînt date mai curînd ca mulțimi de axiome explicite decît ca o intuiție spațială rigidă și de neînlocuit, cum o cerea vechea teorie kantiană a spațiului.

Desigur, este adevărat că tendința de a postula de dragul postulării și de a scrie articole de dragul scrierii de articole este în mare măsură caracteristică matematicii mai noi. Cu toate acestea, mediul rigid și rece al logicii, ca și mediul rigid și rece al marmurei, impune o anumită disciplină internă tuturor matematicienilor — cu excepția celor ce plutesc în banalități lipsite de conținut —, chiar dacă ei preferă modalitățile de libertate mai noi.

După cum am spus, am fost educat în tradiții postulaționiste, dar în primii ani de formare a tradiției construcționaliste am aderat la ea. Atunci cînd am căutat un savant francez cu care mi-aș putea continua studiul, am căutat un om ale cărui lucrări să încorporeze una dintre aceste direcții de gîndire sau ambele. În această privință, Fréchet nu avea rival printre matematicienii francezi.

Pînă acum am vorbit despre noua direcție de gîndire mai ales din punctul de vedere anglo-american. Dar și în Germania au existat de la început exponenți atît ai postulaționismului cît și ai construcționismului ; aici, drept liderii cei mai originali trebuie să fie menționați G. Frege și Schröder. Pe de altă parte, Franța cam întîrziase cu adoptarea acestor noi deprinderi de gîndire, dar în măsura în care Franța fusese cîștigată pentru postulaționism, Fréchet devenise liderul său indubitabil. Și eu am făcut una sau două încercări, nu într-un totu nereușite, de a completa postulaționismul lui Fréchet ca instrument pentru studiul unor spații de curbe noi și mai complicate cu ajutorul abordării construcționiste. Însă aceste încercări noi erau în afara cadrului propriu-zis al lucrărilor lui Fréchet.

I-am scris lui Fréchet, rugîndu-l să mă accepte ca discipol în timpul vacanței de vară care preceda Congresul de la Strasbourg și am primit drept răspuns o cordială scrisoare de invitație. Inițial, el proiectase să-și petreacă vacanța în Béarn, la frontiera cu Spania. Mai tîrziu însă și-a schimbat intenția și m-a invitat să vin și să lucrez cu dînsul, la început la Strasbourg, iar mai apoi într-un mic sat din Lorena care în germană se numea Dagsburg și în franceză Dabo.

La începutul lui iulie m-am îmbarcat pentru Franța pe vasul francez „La Touraine“ împreună cu cîteva cunoștințe de familie care promisese părinților mei să mă supravegheze în timpul călătoriei. Dar între timp începuseră anii '20 cu excesele de băuturi alcoolice și eu mi-am dat seama că ideile prietenilor mei cu privire la ceea ce se cădea în timpul unei călătorii peste ocean erau incompatibile cu deprinderile mele personale, destul de puritane.

N-am fost niciodată un abstinent. Mi-a plăcut vinul ce se servea la mesele de pe vapor, dar îl diluam bine cu apă. Pe de altă parte, nu-mi plăceau băuturile tari și protestam viguros împotriva încercărilor cunoștințelor mele de a mă sili să beau. Cred că obiceiul de a insista atunci cînd o persoană nu dorește să bea este o încălcare a libertății personale tot atît de mare cum ar fi orice prohibiționism. Așadar, nu am prea fost

fericit pe vas și nu mi-am făcut prieteni. Așteptam cu nerăbdare să debarc și să scap de tovarășii mei de drum.

Înainte de a debarca am avut o experiență interesantă și nu prea plăcută de alt gen. Vremea nu era favorabilă, în cea mai mare parte a timpului soarele era ascuns și cerul acoperit. Mergeam cu toată viteza, pe un drum estimat, deoarece pe atunci telegrafia fără fir era doar un mijloc de comunicație și nu constituia un auxiliar al navigației în calitate de sistem exact de relevmente în cruce. Trebuia să debarcăm la Bishop Rock, când deodată am văzut prin ceață exact în fața noastră profilându-se stînci. S-a dat comanda „cu toată viteza înapoi“, dar eram deja în zona periculoasă.

Pe cînd dădea înapoi, nava a fost serios avariata la pupă. Apa a început să pătrundă în spațiul unde se afla clasa a treia. Mi s-a spus că se stîrnise o oarecare panică. Ea a fost stăvilită de ofițerii vasului cu ajutorul unui pasager francez, boxer profesionist, al cărui prestigiu a fost suficient pentru menținerea ordinii.

Am fost cu toții trimiși la cabinele noastre pentru a ne pune centurile de salvare. Nu era prea plăcut să revin pe punte în mijlocul mulțimii dezordonate. Voiam să ajung sus cît mai repede, dar înțelegeam, totodată, că orice încercare de a mă grăbi sau de a o lua înaintea altora nu ar fi numai un act de lașitate, dar și o amenințare directă pentru securitatea generală. M-am forțat să las loc altora și să urc cu pași măsu-rați.

Cînd am ajuns pe punte, nu știam încă ce ne aștepta. În vas pătrundea apa și pereții despărțitori amenințau să se năruie. Dulgherul navei a muncit din greu pentru a-i consolida și ei au rezistat cît am traversat Canalul Mîneicii și pînă ce am ajuns la Le Havre. Totuși, am primit ordin să rămînem noaptea pe punte și să dormim lîngă bărcile de salvare, cu centurile pe noi. Îmi amintesc că noaptea cineva m-a lovit cu o sticlă în cap în timp ce dormeam.

În dimineața următoare am debarcat la Le Havre, fără vreun nou accident, dar vasul era mult mai avari-

riat decît ne închipuiam și a ieșit din funcțiune pentru multe luni. Pe mal mă aștepta poșta. Am aflat că Fréchet nu era încă gata să mă primească, astfel încît peste cîteva ore am trecut din nou canalul, debarcînd la Southampton, și am plecat la Cambridge.

La Cambridge mă așteptau cîțiva prieteni vechi. Am stat la dr. Bernard Muscio cu soția, o pereche de psihologi din Australia. Îi cunoscusem pe vremea studenției mele la Cambridge, iar ei vizitaseră Bostonul cu cîțiva ani înainte, în cadrul unei misiuni militare engleze. Am regăsit unele vechi cunoștințe, printre care Hardy, care era pe punctul de a părăsi Cambridge-ul pentru o catedră la Oxford.

În general, am constatat că nu fusesem uitat la Cambridge și că colegii mei erau bucuroși să-mi facă o primire cordială, de care la Harvard n-am avut parte niciodată. Eu nu fusesem înmatriculat la Cambridge, întrucît m-am dus acolo pe baza unui aranjament special cu Universitatea Harvard, aranjament care îmi permitea să urmez cursurile fără această formalitate. Ulterior, am întrebat-o pe Jessie Whitehead, fiica lui Alfred North Whitehead, dacă mă puteam considera cambridgian. Ea mi-a răspuns că, date fiind circumstanțele, cel mai bine ar fi să mă consider un fiu nelegitim al lui Alma Mater. În orice caz, am găsit că Alma Mater era dispusă să primească la sînul ei copiii din afara căsătoriei.

Peste cîteva zile am plecat la Paris, unde am tras la un hotel ieftin, cu instalații sanitare incredibil de proaste, în apropiere de Luvru. Deprinderile mele de vegetarian nu mi-au provocat neplăceri în Franța, căci erau acolo o mulțime de restaurante ieftine cu mîncăruri vegetariene bune și apetisante. Nu aveam prieteni la Paris și nici franceza mea de pe atunci nu era utilizabilă decît pentru minimul absolut. În plus, cafenelele Parisului și viața de stradă au șocat puritanismul meu tineresc, astfel încît eram profund nefericit și mi-era tare dor de casă. Porțile clădirilor marelui oraș mi se păreau fortificații compacte, inaccesibile străinului. Timpul liber abundent mi-l petreceam plimbîndu-mă pe străzile orașului și vizitînd muzeele, în special un muzeu asupra căruia îmi atră-

sese atenția un prieten din America, bun cunosător al Franței : Muzeul Școlii centrale de arte și meserii, în care relicvele invențiilor din secolul al XIX-lea și aparatura utilizată pentru marile experimente științifice se păstrau într-o dezordine specific franceză.

Fréchet mi-a fixat prima întâlnire la liceul de pe Boulevardul Saint-Michel, unde era ocupat într-o comisie de examene, iar mai târziu m-a invitat să iau masa cu el la Braseria Alsaciană, de pe același bulevard. Era un bărbat mustăcios, musculos, athletic, de statură mijlocie. Servise în armata franceză ca interpret pentru limba engleză și se entuziasma pentru plimbările care și mie îmi plăceau atât de mult. Ne-am înțeles foarte bine. Însă el nu putea încă să mă primească la Strasbourg, astfel încît am făcut un mic ocol prin Belgia pentru a vizita niște prieteni înainte de a putea începe să lucrez cu Fréchet. Mi-am găsit prietenii în minunata lor casă veche din Louvain, care tocmai fusese renovată după dezordinea și degradarea în care o lăsaseră ofițerii germani ce o ocupaseră în timpul războiului, dar, din păcate, sosisem într-un moment nefericit, întrucît coincidea cu vizita președintelui A. L. Lowell de la Harvard și a soției sale. Din această cauză, primirea mea a fost lăsată mai mult pe seama copiilor, în particular a unui fiu al familiei care tocmai își terminase anul la Școala de drept de la Harvard. El mă ducea prin oraș, unde aproape la fiecare pas dădeam de urmele incendiilor și distrugerilor, mi-a arătat ruinele bibliotecii, ale primăriei și naosul bisericii, în bună parte blocat de scheletărie. Am făcut, de asemenea, cu el plimbări în afara orașului, în cursul cărora îmi făcea confidențe.

Acum, că se eliberase de atmosfera de la Harvard, el își lua libertatea de a protesta împotriva unor aspecte ale învățămîntului juridic englez și american. Nu-i plăcea sistemul jurisprudențial și prefera de departe sistemul țărilor ce-și întemeiază legislația pe dreptul roman, căutînd a se baza mai curînd pe principii juridice decît pe precedente.

Peste cîteva zile am plecat la Strasbourg prin Luxemburg și regiunea fierului. Pentru mine a fost o mare ușurare să mă găsesc într-o regiune în care

se vorbea mai mult germana decît franceza, deoarece pe această limbă mă simţeam mai stăpîn. M-am instalat într-o pensiune în partea nouă a oraşului. Zilnic sau cel puţin o dată la două zile aveam cîteva ore de consultări cu Fréchet în grădina căsuţei sale de lîngă Canalul Ill-Rin.

În lucrările lui Fréchet erau două-trei elemente pe care voiam să le dezvolt. Abordînd spaţiile generalizate, Fréchet nu folosea de fel ceea ce numim coordonate, adică el nu făcuse nici o încercare de a-şi reprezenta punctele prin ansambluri de numere. În reprezentarea spaţiului cu ajutorul coordonatelor, două puncte oarecare de la extremităţile unui interval rectiliniu sînt indicate prin diferenţa dintre numerele corespunzătoare celor două extremităţi. În geometria obişnuită, cu două sau trei dimensiuni, această metodă de reprezentare a segmentelor rectilinii este cunoscută sub numele de reprezentare vectorială. De exemplu, fiind dat un punct în spaţiul tridimensional, pot localiza altul în raport cu el indicînd cît de mult trebuie să merg de la primul punct spre nord, cît de mult spre est şi cît de mult în sus pentru a ajunge la al doilea punct.

Teoria vectorilor nu este nouă în matematică. De peste un veac şi jumătate se ştia că spaţiul obişnuit cu trei dimensiuni conţine mărimi orientate asemănătoare săgeţilor care pot fi adunate una cu alta, cum ar fi, de exemplu, înlocuirea printr-un singur pas a doi paşi, unul fiind indicat de către o săgeată şi celălalt de alta. Nu este aici locul să insistăm asupra numeroaselor operaţii care se pot face cu aceşti paşi orientaţi, dar se ştia de mult că geometrii similare există în spaţii cu mai mult de trei dimensiuni şi chiar în spaţii cu o infinitate de dimensiuni.

Teoria generalizată a limitelor şi a derivării creată de Fréchet se aplică la multe asemenea spaţii, inclusiv spaţii vectoriale, dar ea nu este necesarmente limitată la acele spaţii, în care elementele pot fi considerate ca nişte paşi. Pe de altă parte, această geometrie a paşilor constituie o parte foarte importantă a teoriei generale a lui Fréchet şi merită să fie consolidată cu ajutorul unui sistem de postulate conve-

nabil ales. Fréchet nu a făcut acest lucru, nici nu a considerat că sistemele vectoriale ar fi deosebit de importante printre cele examinate de el. Aceasta era sarcina pe care mi-o asumasem, sarcină strîns legată de teoria combinării transformărilor succesive, cunoscută sub numele de teoria grupurilor, și de fapt ea constituie un capitol esențial al acestei teorii.

Am reușit să elaborez un sistem complet de axiome pentru spațiile vectoriale. Lui Fréchet i-a plăcut, dar nu părea deosebit de impresionat de rezultat. Apoi însă, peste cîteva săptămîni, a fost foarte emoționat cînd a văzut un articol publicat de Stefan Banach într-o revistă matematică poloneză care conținea rezultate practic identice cu cele pe care le dădusem eu, nici mai generale, nici mai puțin generale. Elaborarea și publicarea ideilor lui Banach au precedat cu cîteva luni propria mea lucrare. Dar nu existase vreo posibilitate de comunicare între noi și gradul de originalitate al celor două studii era același.

Rezultatul a fost că într-o vreme spațiile studiate de mine și Banach erau cunoscute sub denumirea de spații Banach-Wiener. Timp de treizeci și patru de ani, aceste spații au continuat să constituie o direcție de cercetare de mare răsunset. Dar, deși în acest timp au apărut relativ multe lucrări în acest domeniu, abia acum începe să iasă la iveală deplina sa eficiență ca metodă științifică.

Cîtva timp am continuat să public cîte o lucrare în acest domeniu, dar treptat l-am părăsit. În prezent, aceste spații și-au păstrat, pe drept cuvînt, denumirea exclusivă de spații Banach.

Au existat diferite motive care m-au determinat să abandonez acest copil, care mă avea drept unul dintre părinți. În primul rînd, nu-mi plăcea să mă grăbesc sau să urmăresc înfrigurat zi de zi literatura pentru a avea certitudinea că nici Banach, nici vreunul dintre adepții săi polonezi nu a publicat cutare sau cutare rezultat important înaintea mea. Toate lucrările de matematică se fac sub o anumită tensiune, dar creșterea ei datorită unui atare element competitiv fortuit mi se pare intolerabilă.

Dar unul dintre principalele motive care mă determină să mă ocup sau nu de o temă oarecare este legat de domeniul atât de neglijat al esteticii matematice. Este deosebit de dificil să precizez exact ce înțeleg eu prin aceasta, întrucît trebuie să transmit unor nematematicieni nu numai substanța și structura lucrării matematice făcute de mine, dar și propriile mele reacții afective în legătură cu ea. Va trebui să expun motivele pentru care am respins anumite probleme ce s-au dovedit interesante pentru alții timp de mulți ani, dar nu mi se păreau că oferă aceleași posibilități pentru filonul la care lucram și pentru desfășurarea gustului meu matematic și a capacităților mele personale.

Ajungem astfel la o problemă care, într-o formă sau alta, se pune oricărui autor de autobiografie care a elaborat lucrări de oarecare interes într-un domeniu dificil și specific cum este matematica. Un compozitor nu poate să nu acorde o anumită atenție tehnicii compoziției și aspectelor de armonie și contrapunct, care constituie însăși substanța lucrărilor sale, dar care pot fi apreciate doar într-o măsură foarte mică chiar și de melomanul pasionat care nu s-a consacrat compoziției muzicale. Scriitorul sau pictorul se lovește și el de această problemă atunci cînd își scrie autobiografia. S-ar părea că el se poate adresa profanului cultivat, care e în stare să aprecieze rezultatele muncii sale de creație. Totuși, ca autor de autobiografie, sarcina sa nu este întru totul îndeplinită dacă el nu se ocupă și de asemenea lucruri care țin de tehnica scrierii sau picturii și care pot fi apreciate pe deplin numai de acela care s-a dedicat el însuși acestei îndeletniciri și încă la un nivel profesional înalt.

Totuși un pictor și chiar un compozitor pot capta mai ușor decît un matematician interesul cititorului profan. Profanul se lasă ușor convins că, indiferent de natura activității sale creatoare, un grad de informație cu privire la natura muncii lor de creație ține de statutul său de om cult. Apoi, el mai este ajutat și de faptul că pînă și cititorul care nu preținde să înțeleagă toate mijloacele tehnice prin care

se realizează un anumit efect emoțional, apreciază în mod direct efectele emoționale ale artelor, lucru suficient pentru a-l conduce pe profan spre un sincer efort de a înțelege cum ajunge artistul în amănunțime la frumusețile pe care observatorul le percepe doar sub forma unui tot finit.

Dificultatea specifică de care se lovește matematicianul care pornește să-și scrie autobiografia constă în aceea că profanul nu consideră că ar exista o obligație de ordin estetic și cultural să înțeleagă cît de cît matematica. Pentru el, matematica are toate șansele să fie considerată un subiect plictisitor, sec și formal. Marele public, chiar dacă se gîndește la matematică, în cazul cel mai bun o apreciază ca un instrument pentru fizician și statistician, iar în cazul cel mai rău ca ceva foarte apropiat de munca unui contabil. Cu greu va admite cineva care nu este matematician că matematica are un farmec cultural și estetic, că ea constituie ceva ce are legătură cu frumusețea, vigoarea și inspirația.

Protestez categoric împotriva acestei concepții reci și rigide asupra matematicii. O lucrare de matematică poate să satisfacă toate exigențele rigorilor logice și, totuși, pentru opinia tehnică a unui observator pregătit să fie pur formală și neînsemnată. Dar pentru matematicieni sarcina constă în a utiliza mijloace rigide și exacte pentru a exprima o viziune nouă și semnificativă a unor aspecte ale universului; de a exprima puncte de vedere care relevă ceva nou și emoționant. Mijloacele matematicianului sînt stricte și delimitate, dar în fapt așa stau lucrurile în toate domeniile de creație. Contrapunctul muzicianului nu-i afectează intuiția și nici poetul nu este mai puțin liber fiindcă limbajul său are o gramatică, iar sonetele sale au o formă. A fi liber să faci orice este tot una cu a fi liber să nu faci nimic.

Ceea ce deosebește chemarea artistului matematician de a artistului sculptor sau muzician nu este incapacitatea de emoție a publicului său, ci doar stricta disciplină necesară pentru a deveni un cunoscător al matematicii. Este ușor să ne imaginăm o comunitate de compozitori a căror satisfacție primară

ar proveni din schimbul partiturilor compuse de ei. S-ar putea prea bine ca ei să fie relativ indiferenți la execuția în concert destinată celor incapabili de a înțelege aceste partituri altfel decât prin intermediul canalului mai vag al percepției emoționale.

Faptul că matematicianul afișează atita rezervă față de publicul său se datorează în realitate nu atât unui snobism estético-intelectual, cât gradului foarte înalt de pregătire care este necesar profanului pentru a ajunge să aprecieze cel puțin conținutul ce i se prezintă, precum și situației că în afara acestei aprecieri tehnice aici pare să nu existe un canal cu ajutorul căruia profanul poate ajunge să simtă ceva, fie chiar și numai pasiv.

Dar această delimitare nu este atât de absolută cum pare la prima vedere. În realitate există un public însemnat și în continuă creștere format din ingineri instruiți și specialiști în științele naturii care, deși interesul lor major a fost la origine orientat înspre utilizarea și aplicarea matematicii în scopuri pur utilitare, au ajuns, totuși, la o cunoaștere suficientă pentru a aprecia o teorie viguroasă sau o demonstrație ingenioasă și elegantă. Unul dintre motivele care m-au făcut să scriu această carte este acela de a atrage atenția publicului asupra existenței acestui grup mai restrâns de amatori ai matematicii. De asemenea, aș vrea ca și cititorul din afara acestui cerc restrâns să-și facă cât de cât o idee în legătură cu fiorii creației matematice.

Așadar, mai curînd din motive estetice decât de ordin strict logic, în anii aceia de după Strasbourg, spațiile Banach nu mi se păreau a avea structura fizică și matematică pe care o visam pentru o teorie care urma în mare măsură să-mi creeze reputația viitoare. În prezent am impresia că unele aspecte ale teoriei spațiilor Banach au căpătat o structură suficient de bogată și sînt înzestrate cu un corp suficient de neașteptat de teoreme pentru a mă satisface mai mult în această privință.

Pe atunci însă mi se părea că această teorie nu promite în viitorul apropiat decât cîteva decenii de muncă formală și puțin consistentă. Vina nu o

poartă în nici un caz Banach însuși, ci mai curînd numeroșii autori mai puțin talentați, care s-au năpustit asupra teoriei în căutare de teze de doctorat realizate cu ușurință. După cum am prevăzut, tocmai această categorie de autori a fost atrasă, în primul rînd, de teoria spațiilor Banach.

Factorul principal care m-a determinat să abandonez teoria spațiilor Banach, după cîteva studii nesistematice, a fost acela că lucrările mele asupra mișcării browniene ajunseseră acum la un rezultat. Spațiul diferențial, spațiul mișcării browniene este și el de fapt un fel de spațiu vectorial, foarte apropiat de spațiile Banach și mi se înfățișa ca un rival încununat de succes al acestora, deoarece avea un caracter fizic care mă satisfăcea mai mult. În plus, era în întregime al meu în aspectele sale pur matematice, în timp ce în teoria spațiilor Banach nu eram decît partenerul minor.

Nu cred că Fréchet a apreciat importanța spațiului diferențial atunci cînd i-am înfățișat pentru prima oară teoria acestui spațiu. Totuși, m-a pus în contact cu Paul Lévy de la Școala politehnică, care pe atunci era cel mai promițător dintre tinerii francezi care se ocupau de teoria probabilităților; lucrările sale și ale mele s-au influențat și se influențează reciproc pînă în prezent. A trebuit să fac oarecare efort pentru a-l convinge pe Lévy că lucrarea mea este esențialmente diferită de cea a lui Gâteaux, dar în curînd el și-a dat seama de deosebire. El a devenit unul din prietenii și sprijinatorii mei cei mai apropiați.

În mod destul de curios, un alt coleg ale cărui lucrări au fost întotdeauna în cea mai strînsă legătură cu lucrările lui Lévy și ale mele a fost matematicianul suedez Cramer, pe care l-am întîlnit pentru prima oară în timpul șederii mele în Anglia, unde era și el musafir al lui Muscio.

Cîtva timp, interesele mele matematice m-au făcut indiferent față de problemele confortului personal. Mai tîrziu cînd am început să mă gîndesc la mediul înconjurător, mi-am dat seama că eram cam singur în pensiunea unde locuiam. Era acolo un american

care venise o dată cu mine pe același vas și care nu avea o părere prea bună despre mine. Un tânăr compozitor englez care locuia la aceeași pensiune fi era prieten. Aș fi dorit să mă împrietenesc cu acest compozitor, dar pornisem pe picior greșit. Tovarășul meu de pe „La Touraine“ desigur că nu a făcut nimic pentru a mă ajuta să-mi ameliores situația în mica noastră comunitate.

Compozitorul mă considera un tip greu de cap și filistin. În parte, aceasta se datora faptului că nu aveam aptitudini pentru viața mondenă, precum și proastelor mele maniere, dar a avut un rol și părerea lui că, prin natura ei, matematica se afla în directă opoziție cu artele. Cît despre mine, susțineam teza din această carte, și anume că matematica este în esență o artă, și insistam prea mult asupra acestei teme, punînd la încercare răbdarea unui om care de la bun început nutrea o antipatie pentru matematică. Mai tîrziu am ajuns la o dispută deschisă și ne-am spus o serie de lucruri neplăcute pe care le gîndeam unul despre celălalt, ceea ce, pînă la urmă, a lămurit într-o anumită măsură situația și ne-a ajutat să ajungem la o anumită înțelegere și chiar la o oarecare prietenie.

În sfîrșit, sosi momentul de a însoți familia lui Fréchet la Dabo. Ei se stabiliră la hotelul cel mai bun, iar eu, firește, m-am dus la unul mai modest, pentru a nu-i plictisi prea mult cu prezența mea. Făceam numeroase plimbări solitare prin împrejurimi, mă cățăram pe culmile de gresie roșie ale Vosgilor și coboram în văile abrupte formate de torente, în prezent amenajate pentru irigație.

Proprietarul și proprietăreasa hotelului îmi acordau o grijă deosebită. Spre a-i mulțumi, eu tăiam uneori lemne și le făceam alte mici servicii. Cîntatul cocoșilor și mugetul vacilor îmi aminteau de casa noastră. Îmi plăceau plescăitul apei de la capătul uliței satului, unde femeile spălau rufe, precum și bătaia ritmică a îmblăciului la treierîș.

Cînd, în sfîrșit, ne-am întors la Strasbourg, nu mai era mult pînă la congres. Am avut timp destul pen-

tru a explora ulicioarele ciudate de lângă catedrală și a mă plimba de-a lungul canalelor interioare ce înconjură centrul orașului.

La congres au venit trei tineri americani care îmi erau prieteni. I-am cazat la pensiunea în care mă aflam, câte doi într-o cameră. Unul dintre ei era Forrest Murray de la Harvard, puțin cam confuz, dar prietenos, cu care adesea jucasem tenis și care a fost timp de mulți ani prietenul familiei noastre. El era însoțit de Jo Walsh. Jo, care era cam de vîrsta mea, este și în prezent profesor la catedra de matematică de la Harvard. E înalt și vioi, iar pe atunci părul său blond stătea aproape țeapăn pe fruntea sa înaltă. Părea să savureze din plin călătoria în Franța. Avea de gînd să rămînă în Franța un an pentru studii post-doctorale. Îmi plăcea să-i aud vocea puternică de bas și, de asemenea, să observ cît de însetat era de tot felul de experiențe noi.

Al patrulea din grupul nostru era James S. Taylor, mai tîrziu, ca și mine, membru al generației post-belice la M.I.T., iar în prezent de mulți ani profesor la Universitatea din Pittsburgh. Taylor era rudă cu Phineas T. Barnum și, ca și acesta, un organizator priceput și entuziast a tot felul de jocuri de societate. Mai tîrziu, drumurile noastre s-au despărțit mult, dar pe atunci toți patru eram legați prin tinerețe, pe care o gustam din plin.

Au început să vină și ceilalți invitați la congres. Din America au venit Eisenhower de la Princeton împreună cu frumoasa și tînăra sa soție, Leonard Eugene Dickson, specialist în teoria numerelor, de la Chicago, renumit pentru dragostea lui pentru Franța și francezi și mare cunoscător de bridge, precum și Solomon Lefschetz din Kansas, care biruise urmările unui teribil accident de muncă pe care-l suportase în calitate de inginer la Westinghouse Company din Pittsburgh și de atunci se îndreptase spre noua carieră de matematician, care avea să-l aducă la conducerea secției de matematică de la Universitatea Princeton și la președinția Societății americane de matematică.

Printre cei sosiți erau și cîțiva matematicieni din

generația anterioară, care pentru noi reprezentau legătura cu trecutul măreț al matematicii. Robustul bătrîn sir George Greenhill reprezenta Woolwich. Camille Jordan, care, în ciuda celor nouăzeci de ani ai săi, ne însoțea în excursiile noastre pedestre, era ca o apariție din epoca lui Louis Philippe. Amintirile sale datau încă de pe vremea glorioaselor zile cînd Cauchy domina matematica franceză și îi silea pe tinerii matematicieni să-i plătească tribut. Peste doi ani, cînd a murit Jordan, cu toții i-am resimțit moartea ca o ruptură în continuitatea tradițiilor matematicii.

Profesorul Jacques Hadamard de la Paris a avut la congres un rol însemnat. Pe atunci, el avea doar vreo cincizeci și cinci de ani, dar reputația sa se stabilise încă înainte de sfîrșitul secolului al XIX-lea, astfel încît noi, bobocii, îl consideram drept o figură istorică. De statură mică, cu barbă, un tip de evreu cu o distincție specific franceză, el se bucura de o afecțiune deosebită din partea colegilor săi mai tineri.

În Anglia, matematicienii lucrează, de regulă, la Oxford sau la Cambridge, unde între profesori și studenți există permanente legături. Din tradiția matematicienilor germani face parte *Nachsitung*. După discutarea oficială a unei comunicări științifice, se formează un cortegiu care străbate orașelul universitar în direcția berăriei, unde cei mari și cei mici discută laolaltă despre ultimele rezultate în matematică, precum și despre micile bucurii ale vieții. Matematicienii francezi însă respectă, de regulă, formele ierarhice, iar profesorul, odată intrat în biroul său, după ce semnează în condica în care se înregistrează orele, obișnuiește să dispară din viața studenților și a colegilor săi mai tineri.

Hadamard constituia o excepție de la această regulă, căci el resimțea un interes real pentru studenții săi, care aveau întotdeauna acces la el. El considera ca o obligație efectivă din partea sa să-i ajute în carieră pe studenții săi. Datorită influenței sale personale, generația actuală a matematicienilor francezi, în ciuda tradiției, a reușit să înlăture în mare măsură barierele existente între cei tineri și cei vîrstnici.

Am profitat și eu de pe urma vederilor largi ale lui Hadamard. El nu avea vreun motiv serios pentru a acorda o atenție deosebită tînărului barbar de dincolo de Atlantic care se afla la începutul carierei sale. Singura explicație este natura binevoitoare a lui Hadamard și dorința sa de a descoperi talente matematice ori de cîte ori avea prilej 'l.

Cu mulți ani mai tîrziu, cînd am avut ocazia să-l întîlnesc la diferite congrese matematice și mai tîrziu în calitate de conferențiar în China, am avut plăcuta surpriză de a constata că el își mai amintea de mine și cunoștea perfect întreaga evoluție a lucrărilor mele. Astfel, un rezultat cu adevărat pozitiv al întîlnirii de la Strasbourg a fost faptul că am luat contact cu numerosul detașament de matematicieni francezi, care îi datorează lui Hadamard recunoașterea și cariera lor.

Participanții la congres au făcut cîteva excursii interesante în împrejurimile Strاسبourgului — la Saverne și la ruinele marelui turn Haut Barr, la vechiul și originalul orășel Colmar și într-unul din sectoarele marilor bătălii din primul război mondial. Soldații francezi ne-au dus acolo în camioane militare, dar la întoarcere a survenit o pană și, după o așteptare lungă și obositoare, am ajuns în micul sat viticol Turckheim. Acolo, nimeni nu se mai gîdea că vom sosi totuși ; mîncarea se răcise și masa fusese strînsă ; primarul ne-a oferit cîte două pahare din vinul local — un pahar de vin vechi și un pahar de vin nou — și noi a trebuit să-l bem din curtoazie. Nu se poate nega că vinul era excelent, dar două pahare pe stomacul gol reprezintă cam mult, iar vinul nou avea și el puterea lui. Continuîndu-ne drumul spre Strasbourg cu camioane și cu trenul, unii domni • foarte așezați, au fost mai puțin rezervați decît s-ar fi cuvenit.

Curînd după terminarea congresului, noi, cei patru, ne-am întors la Paris. Taylor urma să se întoarcă în America împreună cu mine, dar ceilalți doi prieteni americani se decisersă să mai petreacă un an de studii la Paris. Ei erau dornici să pătrundă adînc în me-

diul francez și ne-au dat clar de înțeles că nu le face mare plăcere societatea noastră.

Cei doi care rămăsesem nu ne rezervasem încă bilete pentru înapoiere. „La Touraine“, cu care venisem în Franța și cu care avusesem intenția să ne înapoiem, încă nu era refăcut după avarie, astfel încît în cursul întregii luni septembrie, foarte toamnă, și a unei părți din octombrie am așteptat în zadar ca acest vapor să-și reia cursele, sperînd, pînă în ultimul moment, că vom reveni acasă înainte de a începe cursurile la M. I. T. Dar a fost imposibil.

Am început să fim îngrijorați : nu știam cum va fi primită la școală întîrzierea noastră. Totuși, ne-am amuzat bine la Paris și cutreieram îndelung străzile orașului, neavînd altceva mai bun de făcut. Asaltam tot timpul agențiile de vapoare și, în sfîrșit, am aflat că un nou vas american tocmai se pregătea să-și înceapă cursele transatlantice. Pasageri erau puțini, dar interesați, în cea mai mare parte vechi globtroteri. Printre ei se afla Osa Johnson și soțul ei împreună cu un urangutan domesticit, pe care-l aduceau din Indonezia. Acest urangutan contrasta în mod plăcut, prin comportarea sa civilizată, cu diavolul lor de copil care voia cu tot dinadinsul să împrăstie figurile în timpul partidelor noastre de șah din salonul pentru fumători.

Am revenit din Europa cu forțe proaspete și cu inspirația îmbogățită. Cu toate că nu vorbeam bine franceza, șederea mea în Franța a fost plăcută și am stabilit pentru prima dată contacte cu colegii mei francezi. Atît în Franța cît și în Anglia am constatat că mă bucur de un renume mai bun decît acasă și mă ocupam de probleme care păreau (cel puțin mie mi se păreau, dacă nu și altora) a fi un început promițător pentru o carieră în matematică.

Am văzut și distrugerile provocate de război atît în Belgia cît și de-a lungul liniei de front din Alsacia. Mi-am dat însă seama că spiritul european are posibilități de refacere mai mari decît cele pe care le-am presupus anterior. În ciuda războiului din Vest, a evenimentelor din Rusia și a știrilor despre luptele din Polonia, era încă posibil să sperăm că primul război

mondial fusese doar un episod și că el va fi urmat de o perioadă de pace tot atît de lungă ca și marea perioadă de pace din secolul al XIX-lea.

Cît privește Rusia se putea spera într-o revenire la un fel de echilibru cu Apusul. Oricum, gustul meu pentru contactele europene creștea pe măsură ce era satisfăcut. Așteptam cu nerăbdare o nouă ocazie de a cunoaște mai mult din continentul-mamă al civilizației noastre.

1920—1925. ANII CONSOLIDĂRII

Cînd am revenit din Strasbourg, mi-a făcut o deosebită plăcere să-mi reiau lucrul. Studiile cu privire la mișcarea browniană erau încă în ceea ce se numește stadiu euristic, adică liniile generale ale organizării materiei și ale demonstrațiilor teoremelor mele erau deja clare, dar mai aveam mult de lucru înainte de a putea considera că demonstrațiile sînt complete. Am arătat rezultatele mele profesorului E. B. Wilson de la Institutul de tehnologie din Massachussets și, la sfatul său, le-am trimis de îndată spre publicare la *The Proceedings of the National Academy of Sciences* (Lucrările Academiei Naționale de Științe).

Profesorul Wilson, care acum nu mai ține cursuri, dar lucrează încă în administrația științifică, fusese un elev al lui Gibbs la Yale și a predat cîțiva ani matematica la M.I.T. Tot acolo a predat fizica în 1920, iar pînă la urmă a devenit specialistul în matematică de la Școala de sănătate publică de la Harvard. Era totdeauna foarte interesat de ceea ce apărea nou în științele exacte și timp de mulți ani entuziasmul meu s-a bucurat de sprijinul său ferm.

O altă direcție din care am primit multe încurajări a fost aceea a catedrei de electrotehnică, condusă de profesorul Dugald C. Jackson. L-am cunoscut pe profesorul Jackson și pe fiul său în calitate de vecini, în 1910, cînd ne-am petrecut toți vara la New Hampshire. Cu cîțiva ani înainte, Jackson căutase

un inginer cu înclinații matematice sau un matematician cu înclinații ingineresti în vederea rezolvării unor probleme de teorie a electrotehnicii, al cărei stadiu în acel timp necesită câteva explicații.

Electrotehnica se împarte în două domenii mai mult sau mai puțin net separate, care în limba engleză sînt cunoscute ca electroenergetică și electrocomunicații, iar în limba germană sînt denumite „tehnica curenților tari“, respectiv „tehnica curenților slabi“.

Dintre aceste două domenii de activitate, electroenergetica a atins un nivel destul de înalt prin 1920. Majoritatea tipurilor de generatoare electrice, motoare electrice și transformatoare electrice care există acum erau deja bine cunoscute la acea dată, iar tendința actuală de a folosi pe scară mare o mulțime de motoare electrice, dintre care fiecare pune în funcțiune cîte un singur agregat, apărea de pe atunci destul de clară. Progresul care s-a realizat în acest domeniu din 1920 încoace ține nu atît de tactica domeniului, cît de strategia sistemelor mari și a aprovizionării cu energie electrică. Marile rețele energetice din Statele Unite și alte țări au crescut la număr, au fost interconectate și consacrate.

În ce privește electrocomunicațiile, acest domeniu s-a dezvoltat mult mai lent. Telegrafia fără fir era deja cunoscută de douăzeci de ani, dar în cea mai mare parte se afla în stadiul inițial, limitat în care o concepușe Marconi. Radiodifuziunea abia urma să fie introdusă pe scară națională, iar puținele încercări preliminare de radiotelefonie interesau mai mult pe tinerii oameni de știință și pe diletanții stăpîniți de curiozitate, și nicidecum publicul larg. Tubul electronic exista deja, dar abia de se putea bănui extinderea lui, care avea să modifice atît de mult întreaga noastră viață. Televiziunea nu era o idee nouă, deoarece se vorbea deja despre ea încă înainte de începutul veacului, dar abia se pornise să iasă din stadiul în care fusese concepută — în termenii celulei de seleniu — pentru a trece la aparatele fotoelectrice practice și rapide.

E drept că telefonul triumfa peste tot și își întinsese

rețeaua în jurul lumii. În Statele Unite, American Telephone and Telegraph Company, principala companie telefonică, era fără rival atât sub raportul cifrei de afaceri cât și în privința unei politici luminate de cercetare. Astfel, sosise timpul pentru ca un inginer electrician cu orizonturi largi, cum era Jackson, să-și consacre o mare parte a atenției problemelor teoriei comunicațiilor.

Baza logică a teoriei comunicațiilor pe vremea aceea era departe de a fi satisfăcătoare, dar ea apărea mult mai puțin satisfăcătoare decât era în realitate. Era, firește, de la sine înțeles că mesajele se transmit în telefonie prin variațiile intensității curentului, care reflectă oscilațiile sonore din microfon. Marea problemă consta în a înțelege toate implicațiile teoriei curenților cu intensitate și tensiune variabilă.

Timp de câteva decenii, teoria curenților cu intensitate și tensiune variabilă a dominat nu numai electrocomunicațiile, dar și electroenergetica, sub forma teoriei curentului alternativ. Curentul obișnuit direct și continuu se lasă greu tratat. Nu avem mijloace simple pentru a-i mări și a-i micșora tensiunea și, atunci când s-au folosit linii de curent continuu de înaltă tensiune (cum a fost, de exemplu, în Franța), a fost necesar să se așeze în serie numeroase generatoare, în pofida formidabilelor probleme de izolație și manipulare.

Omul care a contribuit, poate, mai mult decât oricare altul la rezolvarea problemelor de generare și utilizare a curentului alternativ a fost Nikola Tesla. Acest strălucit și excentric inginer iugoslav lucra pentru cei de la Westinghouse și a reușit să-i convingă să producă nu numai curent continuu, ci și curent alternativ, cu o viteză, să zicem, de 60 de oscilații pe secundă. Cu ajutorul unui transformator, acest curent alternativ poate să-și modifice tensiunea cu cea mai mare ușurință; el se poate produce în generatoare lipsite de o mulțime de probleme supărătoare legate de curentul continuu. El poate fi folosit în diferite tipuri de motoare, inclusiv în anumite feluri de motoare de inducție, fără contacte electrice glisante. Singura conectare dintre bobina fixă a motorului, care este alimentată

din exterior, și bobina mobilă, care aparține părții rotative a motorului, este electromagnetică, ca la bobinele unui transformator. De fapt, la unele motoare de inducție nu există conectare electrică între bobina fixă și bobina rotorului, adică a părții rotative. Curentul electric care magnetizează fierul rotorului este produs prin acțiunea simultană a rotorului și a părții fixe — statorul —, ce funcționează ca un transformator electromagnetic. O asemenea aparatură are marele avantaj de a nu avea contacte mobile, de a fi mai simplă, mai sigură și mai eficientă.

La începutul epocii curentului alternativ s-a desfășurat o bătălie aprigă pentru superioritate între firma Westinghouse, care avea proprietatea invențiilor privind curentul alternativ, și firmele General Electric și Edison, care investiseră sume importante în tehnica curentului continuu. Una din consecințele acestui conflict a fost faptul că statul New York a decis să execute criminalii cu ajutorul curentului alternativ. Acesta a fost rezultatul presiunilor exercitate asupra legislatorilor pentru a se crea o reputație proastă curentului alternativ — presupus mai periculos — și pentru a face ca publicul să nu dorească a și-l introduce în casă. Nu după mult timp însă, conflictul dintre cele două școli de ingineri electricieni s-a aplanat, căci curentul alternativ a devenit și pentru General Electric tot atât de avantajos ca și pentru Westinghouse Company.

De fapt, tocmai la General Electric, teoria curentului alternativ și a rețelelor de curent alternativ a fost elaborată și pusă la punct de Charles P. Steinmetz. Acest strălucit omuleț a făcut uz pe scară largă de teoria matematică a numerelor imaginare sau complexe (care sînt tot atât de autentice și îndreptățite ca și numerele reale) pentru a descrie curenții alternativi și tensiunile respective, precum și aparatura care funcționează cu ajutorul lor. Motivul introducerii numerelor complexe în tehnica curenților alternativi este că fiecare număr complex e format de fapt dintr-o pereche de numere reale — denumite respectiv partea reală și partea imaginară —, iar un curent alternativ de frecvență dată este, de asemenea, deter-

minat de două numere reale, dintre care unul dă intensitatea sa, iar celălalt faza, adică timpul de trecere de la un zero la altul.

De mulți ani, teoria tehnicii curentului alternativ era completă, cel puțin în ceea ce privește curenții și tensiunile de frecvență fixată, cum ar fi curenții și tensiunile avînd ciclul de 60. În telefonie și în alte ramuri ale electrocomunicațiilor avem de-a face cu un fel de curent alternativ, dar acest curent este cu mult mai complicat, deoarece frecvența oscilațiilor sale pe secundă nu este fixă și deoarece la fiecare moment de timp dat trebuie să avem de-a face cu numeroase feluri simultane de oscilații. O linie telefonică transmite simultan frecvențe de ordinul a douăzeci de oscilații pe secundă și frecvențe de trei mii. Tocmai această variabilitate și multitudine a frecvențelor determină faptul că linia telefonică este un vehicul eficient de informație. Linia trebuie să fie capabilă să transmită orice sunet, de la un mormăit la un țuit.

Aici avem de-a face cu una dintre cele mai vechi ramuri ale matematicii, teoria corzii vibrante, care își are rădăcinile în ideile matematicianului grec Pitagora. Atît el cît și discipolii săi au știut foarte bine că vibrațiile corzii produc sunete și că există o legătură între înălțimea sunetului generat și proprietățile corzii: lungimea, densitatea și elasticitatea ei. Nu știu în ce măsură grecii își dădeau seama că una și aceeași coardă poate vibra în același timp în mai multe moduri, dar acest fapt a fost bine cunoscut primilor cercetători moderni din secolele al XVII-lea și al XVIII-lea.

În legătură cu aceasta, noțiunea fundamentală este aceea de sinusoidă; pentru a o explica, să presupunem că avem un cilindru de hîrtie acoperită cu funingine care se rotește și să mai presupunem că avem un diapazon care vibrează paralel cu axa cilindrului și că la capătul diapazonului este atașat un pai ce lasă o urmă albă pe hîrtia cu funingine. Cînd cilindrul se rotește cu o viteză constantă, paiul lasă o urmă continuă, pe care o numim sinusoidă.

Să examinăm acum curbe mai complicate, alcătuite prin adunarea sinusoidelor. Putem să adunăm curbele

una cu alta, adunînd deplasările lor, adică combinînd două oscilatoare cu diferite viteze de oscilație, astfel încît amîndouă să acționeze asupra aceluiași pai, lăsînd urme pe cilindrul de hîrtie acoperită cu funingine. În această mișcare putem observa două sau mai multe viteze de oscilație pe aceeași curbă în același timp. Studiul posibilităților de a descompune diferite feluri de curbe în asemenea sume de sinusoides se numește analiză armonică.

Există o teoremă fundamentală care spune că, dacă avem o curbă care repetă neconținut aceeași formă, atunci ea poate fi descompusă într-un număr infinit de sinusoides separate, repetîndu-se fiecare cu diferite viteze. Deși rezultatele de acest fel erau cunoscute în secolul al XVIII-lea, numele care este, în general, legat de această teoremă este acela al lui Fourier, membru al Academiei Franceze de Științe, care l-a însoțit pe Napoleon în expediția sa în Egipt.

Numele lui Fourier este legat, de asemenea, de alte modalități de adunare a sinusoidelor, în caz că numărul acestora este prea mare pentru a putea fi reprezentat printr-o primă curbă, o a doua curbă, o a treia și așa mai departe. Într-adevăr, se poate înîmpla să avem de adunat o masă de sinusoides care este prea densă pentru a putea fi așezată într-o ordine de tipul unu-doi-trei.

Cele două părți ale analizei armonice se referă respectiv la analiza proceselor periodice care se realizează prin ceea ce este cunoscut sub numele de serie Fourier, și analiza proceselor care pornesc de la zero, ating cu timpul o anumită mărime și se înapoiază iarăși la zero. În ambele cazuri, matematicianul este nevoit să utilizeze metode rafinate pentru a aduna cantități, metode despre care am vorbit deja sub denumirea de integrala Lebesgue.

Teoria seriilor Fourier și teoria integralei Fourier, teorii efectiv satisfăcătoare, erau prea noi în 1920 pentru a putea fi aplicate în electrotehnica practică. Mai mult, genul de fenomene de care se interesează cu precădere inginerul nu a fost de fel abordat de matematica pură. Seriile Fourier pe care le-a tratat matematica pură erau utile numai pentru studiul ace-

lor fenomene care se repetă după un timp dat. Forma standard a teoriei integralei Fourier, așa cum a fost dezvoltată de Plancherel și alții, se ocupă de curbe care sînt mici în trecutul îndepărtat și urmează să devină iarăși mici în viitorul îndepărtat. Cu alte cuvinte, teoria standard a integralei Fourier se ocupă de fenomene care într-un sens sau altul posedă atît început cît și sfîrșit și nu se mențin la infinit în aproximativ același stadiu. Genul de fenomene continue pe care le întîlnim în studiul zgomotelor sau al luminii a fost cîmpetit neglijat de matematicienii profesioniști, fiind lăsat pe seama unor fizicieni cu spirit matematic, ca sir Arthur Schuster din Manchester.

Am ajuns să înțeleg că diferitele cereri pe care mi le adresa profesorul Jackson referitor la o fundamentare corespunzătoare a teoriei comunicațiilor trebuiau să fie satisfăcute prin continuarea studiului analizei armonice, dar că acest lucru nu putea fi făcut exclusiv pe baza analizei armonice existente pe vremea aceea. De fapt, inginerii de comunicații utilizau un calcul formal al teoriei comunicațiilor, calcul care fusese dezvoltat cu vreo douăzeci de ani în urmă de Oliver Heaviside. Acest calcul al lui Heaviside nu căpătase încă o justificare pe deplin riguroasă, dar el corespundea necesităților lui Heaviside și ale acelor dintre succesorii săi care asimilasera suficient spiritul teoriei sale pentru a o putea folosi în mod inteligent.

Timp de cîțiva ani, cererea principală care mi se adresa la M.I.T. de către secția de electrotehnică era de a găsi o bază logică solidă pentru calculul Heaviside. Alte persoane făceau același lucru concomitent în alte țări, dar eu nu cred că vreuna dintre soluțiile lor s-a dovedit a fi mai satisfăcătoare decît aceea pe care am dat-o eu pînă la urmă. Pentru a-mi realiza sarcina, aveam de studiat analiza armonică pe o bază extrem de generală și mi-am dat seama că lucrarea lui Heaviside poate fi tradusă cuvînt cu cuvînt în limbajul acestei analize armonice generalizate.

Exista o interacțiune între ceea ce lucram în legătură cu teoria lui Heaviside și ceea ce făcusem în legătură cu mișcarea browniană. Pînă atunci, în ma-

tematică nu existaseră exemple cu adevărat satisfăcătoare de procese care să descrie mișcările de tipul ce corespunde sunetului sau luminii cu spectru continuu, adică acelui tip a cărui energie nu este concentrată în anumite linii spectrale izolate, ci este distribuită continuu pe un interval întreg. Analiza armonică existentă putea să descrie bine rezultatele cercetării radiației vaporilor de sodiu, dar nu rezultatele cercetării luminii solare. (Radiația vaporilor de sodiu este concentrată într-un număr de linii luminoase, în timp ce radiația solară are o distribuție continuă a culorilor și, în consecință, a frecvențelor.)

În capitolul 1 am vorbit deja despre cercetările mele de matematică și fizică a proceselor discrete, și în special a mișcării browniene a particulei într-un gaz, care apare în urma diferitelor ei ciocniri cu moleculele, sau, ceea ce este același lucru, a efectului de alicie, care se datorează felului în care curentul este propagat de fluxul electronilor individuali. Am reușit să stabilesc că se pot genera cu ajutorul proceselor de mișcare browniană procese cu spectru continuu; în particular, pentru aceasta este suficient să alimentăm un contur oscilant cu ajutorul unui generator cu efect de alicie. Cu alte cuvinte, începusem deja să descopăr un element statistic în teoria spectrelor continue și deci în teoria comunicațiilor. În prezent, după aproximativ treizeci de ani, teoria comunicațiilor este în întregime statistică și aceasta se poate considera că decurge direct din lucrările mele de pe vremea aceea.

Interesul meu pentru analiza armonică nu a epuizat activitatea mea matematică. Mă preocupau și alte probleme, unele intens, altele mai mult sau mai puțin nesistematic. Grupul mixt de cercetări științifice al secției noastre începuse să acumuleze material bun pentru publicare, ceea ce făcea de dorit existența unei reviste proprii, așa că am pornit pe această cale¹. Eu am fost primul redactor responsabil, dar în curând responsabilitatea a fost preluată de Philip Franklin,

¹ Am avut norocul să dispun de o revistă care să-mi asigure publicarea rapidă a lucrărilor mele.

care venise de curînd la noi de la Harvard și fusese prietenul și tovarășul meu pe vremea activității la poligonul de probă de la Aberdeen.

Aveam obiceiul să discut din cînd în cînd cu profesorul O. D. Kellogg de la Harvard probleme ce ar putea prezenta interes și pe care le-aș putea cerceta. Pe atunci încă nu-mi dădeam seama de grija cu care mulți profesori își rezervă problemele pentru propriii lor doctoranzi și cît de dezvoltat este la ei spiritul de proprietate în ceea ce privește problemele noi. Fusesem obișnuit cu atmosfera mai liberă din Anglia și cu larghețea cu care tatăl meu își oferea ideile oricui ar fi dorit să-l asculte. Curiozitatea mea activă și insistență nu-mi crea o opinie bună în rîndul acelorora a căror apreciere mi-ar fi fost atît de utilă. Oficial, eu nu eram un student al lui Kellogg. El mi-a fost de mare ajutor, dar eu îi răpeam prea mult timp și cred că mă considera un fel de pacoste.

De la Kellogg am aflat că vechea problemă a distribuției potențialului începuse să atragă din nou atenția oamenilor de știință. Nu ar avea rost să prezint problema aici în mod amănunțit, dar este pe deplin posibil să explic cititorului profan despre ce este vorba. În fizică avem adeseori de-a face cu cantități care iau valori măsurabile diferite în diferitele puncte ale planului sau spațiului. O asemenea cantitate este temperatura dintr-o încăpere; există și altele similare, legate de scurgerea unui lichid sau de difuziunea unui gaz, pe care le putem măsura cu un voltmetru, care dă diferitele forțe electromotrice dintre punctele unei încăperi și sol sau dintre două puncte ale unui conductor prin care trece un curent electric.

Aici ne putem dispensa de o definiție completă a forței electromotrice. Singurul lucru necesar este să știm că forța electromotrice se măsoară în volți. Matematica tuturor cantităților care variază în spațiu și timp ține de domeniul ecuațiilor cu derivate parțiale, care este modalitatea matematică de a spune că avem diferite relații între vitezele cu care aceste cantități se deplasează în diferite direcții și vitezele cu care ele se schimbă în timp. Încă de pe vremea lui Leibniz

se ştia bine că există cantităţi care se distribuie atât în timp cât şi în spaţiu şi că ele au viteze de schimbare în spaţiu, precum şi viteze de schimbare în timp. Temperatura poate să varieze cu atâtea şi atâtea grade într-o oră; dar ea poate, de asemenea, să varieze cu atâtea sau atâtea grade per suta de mile pe care o parcurgem spre nord sau cu atâtea şi atâtea grade per suta de mile pe care o parcurgem spre est. Tot astfel, când apele curg în aval, cu cât terenul este mai abrupt, cu atât viteza este mai mare.

Multe cantităţi astfel distribuite în spaţiu şi în timp sînt de mare importanţă în tehnică. Viteza cu care scade forţa electromotrice locală odată cu îndepărtarea liniei de transmisie este aceea care determină dacă linia este în stare să conducă electricitatea fără pierderi substanţiale sau va fi însoţită noaptea de un efect corenar, care reprezintă o pierdere de mulţi dolari pentru buzunarul companiei electrice şi al abonaţilor săi. Studiul capacităţii de izolare termică a pereţilor unei case depinde de relaţiile dintre scurgerea căldurii şi viteza scăderii temperaturii, şi aşa mai departe.

O mare parte din problemele de matematică pe care le ridică studiul acestor cantităţi (cunoscute sub numele de potenţiale) sînt clare şi se rezolvă uşor. În acea parte a unei încăperi care este depărtată de pereţi sau de orice alţi conductori, problema distribuţiei forţei electromotrice este relativ simplă. Atunci însă când ajungem în imediata vecinătate a regiunilor din încăperi cu proprietăţi electrice speciale, începe dificultatea. În apropiere de aceste regiuni, cunoscute sub numele de frontiere, problema potenţialului electrostatic capătă un nou grad de complicaţie. Dificultăţi similare apar în teoriile înrudite ale temperaturii şi ale scurgerii lichidelor.

În cazul potenţialului electrostatic, un fenomen de frontieră aparte este înfăţişat de un conductor cu capăt ascuţit cum ar fi paratrăsnetul. În vecinătatea unui asemenea conductor ascuţit, care se proiectează într-o regiune cu sarcini electrice, viteza de cădere a forţei electromotrice devine enormă sau chiar infinită. Câmpul electric nu poate să susţină asemenea că-

dere mare a potențialului sau gradientul de potențial, cum i se mai zice. În jurul unui asemenea vîrf ascuțit, aerul nu mai funcționează ca izolator și, dacă excitația este mare, în întineric apare deslușit un efect coronar. Mulți marinari au observat efectul curios cunoscut sub numele de focul Sfîntului Elm, cînd pe timp de furtună cuiele și alte obiecte metalice ascuțite emit o lumină fantomatică în atmosfera încărcată cu electricitate. Tocmai ceva asemănător cu un efect coronar la vîrfurile paratrăsnetului determină o scădere treptată și imperceptibilă a gradientului potențialului în atmosfera încărcată, prevenind creșterea gradientului într-o măsură care ar putea să provoace o descărcare electrică dezastruoasă.

În general, acolo unde potențialul electrostatic se modifică rapid în spațiu, mediul suferă o tensiune puternică și, pînă la urmă, sarcina electrică îl descompune, așa cum trăsnetul trece prin aer și poate să spargă un geam. Capacitatea mediului de a rezista la o asemenea tensiune se numește rezistență dielectrică.

Pînă acum am privit problema comportării unui cîmp electric în jurul unor conductori ascuțiți din punctul de vedere al fizicianului, care consideră această comportare în funcție de rezistența dielectrică a mediului. Există însă probleme strîns înrudite care au un caracter matematic mai formal și mai pur.

Ajungem aici la una din acele situații matematice în care apare o relație strînsă între ideile matematice și fizice, fără însă să existe o corespondență precisă între ele. Toate corpurile ascuțite studiate de fizică, cum ar fi, de exemplu, capătul ascuțit al unui ac de cusut, sînt, totuși, un pic rotunjite la extremitate. Putem însă să ne imaginăm un corp și mai ascuțit, care se obține, de exemplu, cînd se rotește în jurul liniei sale medii secțiunea transversală a unui brici al cărui ascuțiș este tangent la ambele părți laterale concave. O asemenea figură nu se poate realiza absolut exact în practică, dar acest concept nu prezintă vreo dificultate matematică. Putem chiar să considerăm problema distribuirii unui potențial electric în spațiu și în jurul unui asemenea corp ascuțit și să

ne punem problema cum s-ar comporta un asemenea potențial în imediata apropiere a vârfului.

Se constată că, în anumite cazuri, comportarea matematică a potențialului în jurul acestui vîrf ideal poate fi bine exprimată de comportarea reală a potențialului în jurul unui vîrf fizic bine ascuțit. În situația fizică corespunzătoare, tensiunea devine atît de mare, încît mediul din jurul conductorului este desfăcut. Din punct de vedere matematic, acest lucru nu se poate realiza deoarece aici nu avem un asemenea mediu ; în schimb, aici poate să apară o discontinuitate a valorilor cîmpului. În cazul unei asemenea discontinuități a cîmpului, potențialul în punctul de vîrf devine nedeterminat, luînd o valoare sau alta, după cum se ajunge la punctul respectiv pe un drum sau altul. Tocmai acesta a fost fenomenul pe care am început să-l studiez la sugestia lui Kellogg. Urma să aflu la care anume vîrfuri pot apărea asemenea discontinuități.

Unele rezultate în legătură cu aceasta fuseseră deja obținute de matematicianul polonez Zaremba. Aceste rezultate au permis să se formuleze unele ipoteze relativ la măsura ascuțirii suficiente pentru a provoca nedeterminarea potențialului, precum și alte ipoteze relativ la gradul de obluzitate care garantează absența nedeterminărilor la potențial ; dar între aceste condiții rămînea o lacună, cunoașterea noastră era incompletă. În acest domeniu intermediar, profesorul Kellogg publicase o lucrare deosebit de importantă, iar doi dintre prietenii săi mai tineri tocmai își elaboreau tezele de doctorat la Princeton în legătură cu această problemă. Atunci cînd Kellogg mă informă asupra lucrărilor existente în acest domeniu restrîns al teoriei potențialului, am început de îndată să mă gîndesc cum ar trebui eu însumi să abordez problema.

Foarte curînd mi-am dat seama că aș putea să fac progrese rapide în această temă și că, de fapt, în cîteva zile ajunsesem chiar mai departe decît cei doi doctoranzi de la Princeton. Cînd i-am arătat profesorului Kellogg rezultatele mele matematice, atitudinea lui s-a schimbat brusc. La început îi făcea

mai curînd plăcere faptul că mă interesam de teoria potențialului ; acum însă îl interesa mai ales efectul pe care l-ar putea avea cercetarea mea asupra acceptării tezelor de doctorat ale celorlalți doi tineri.

În multe instituții de învățămînt există și astăzi uzul de a nu se acorda gradul de doctor decît atunci cînd teza de doctorat a fost publicată ; pe atunci, aceasta se considera ca o regulă generală. E clar că e mai greu de publicat un studiu care dezvoltă o temă tratată de alții decît unul ale cărui rezultate sînt complet noi. Eu priveam lucrul acesta ca nedrept și consideram că unicul criteriu firesc al originalității din punctul de vedere al titlului de doctor ar trebui să fie măsura noutății studiului în comparație cu literatura existentă și accesibilă în momentul elaborării lucrării. Aici, prin „existentă și accesibilă“ înțeleg literatura accesibilă autorului respectiv avînd în vedere posibilitățile lui reale.

Mă tem că n-am acceptat cu eleganță îndemnul profesorului Kellogg de a-mi scoate din minte munca pe care o depusesem deja în problema potențialului și a lăsa drum liber celor doi candidați la doctorat. Îmi dădusem seama din cele divulgate de doctorul Kellogg — și numai pe această cale — că alte persoane lucrează la problema respectivă, dar eu nu aveam nici o informație în ceea ce privește metodele și instrumentele lor de lucru, iar rezultatele mele erau cu adevărat originale.

Apoi nu puteam să accept cu seninătate ideea lui Kellogg că eu aș fi deja un matematician consacrat care nu mai are nevoie de asemenea articole și trebuie să le cedeze cu generozitate celor tineri și lipsiți de experiență. Ambii candidați erau mai în vîrstă decît mine și ambii aveau poziția stabilă de discipoli ai unor oameni cu influență în matematica americană. Eu nu mă bucurasem nicicînd de favorurile celor puternici și nimeni de la Harvard nu se gîndea să mă trateze ca pe un matematician consacrat decît atunci cînd aceasta era în dezavantajul meu.

Dacă nu m-ar fi interesat nimic altceva decît activitatea mea științifică și poziția mea în lumea știin-

țifică, și încă situația ar fi fost destul de critică. Dar omul de știință este în același timp și om și, ca oricare altul, are și anumite nevoi care nu pot aștepta infinit rezolvarea problemelor carierei științifice. Nu mai aveam mult pînă la 30 de ani și începusem să-mi doresc viața mai plină a omului căsătorit. Tocmai pe atunci, atenția mea a fost atrasă de o domnișoară, care în prezent este soția mea.

Domnișoara care m-a interesat și m-a atras era Margaret Engemann. Ea provenea dintr-o familie germană legată de agricultură. Membrii acestei familii s-au ridicat treptat de la statutul de mici fermieri pînă la situația de arendași și administratori ai unor mari domenii, pentru ca apoi să se manifeste în diverse alte profesii și să numere în rîndurile lor și preoți. Mama ei venise în America după moartea soțului și ducea o viață în aer liber, activă și romantică, în regiunile de vest recent colonizate. Caracterul integru, neprefăcut și sincer al mamei l-am văzut oglindindu-se în firea fiicei și tocmai aceasta mi-a dat la început speranța, iar apoi certitudinea că aceasta este fata care mi se potrivea.

O vizitasem pe dînsa și familia ei cam în timpul discuției mele cu Kellogg, într-o zi ploioasă și întunecată de decembrie. Întorcîndu-mă acasă, am așteptat îndelung tramvaiul și m-am udat pînă la piele. În aceeași seară am simțit că am răcit serios. La ședința următoare a filialei locale a Societății matematice americane, cînd am discutat cu Kellogg problema publicării studiului meu, eram de-acum bolnav și pe jumătate inconștient, ulterior constatîndu-se că făcusem o pneumonie. În loc de a accepta punctul său de vedere, am avut sentimentul că acest punct de vedere este o solidaritate necinstită a celor dinăuntru împotriva unuia din afară și mi-am afirmat intenția de a asigura publicarea rapidă a rezultatelor mele în noua noastră revistă de matematică. Aceasta a stîrnit o furtună împotriva mea și atît Kellogg cît și Birkhoff au tunat și au fulgerat de pe o înaltă poziție morală.

Mă simțeam profund bolnav și discreditat. În zilele următoare am petrecut un weekend friguros, practi-

cînd sporturi de iarnă la ferma din Groton, pe care părinții mei o cumpăraseră pentru a-și petrece acolo ultimii ani de viață. M-am întors acasă și am căzut îndată la pat ; s-a constatat că era o bronhopneumonie acută. În cursul pneumoniei, delirul meu a luat forma unui amestec curios de deprimare și îngrijorare în legătură cu conflictul meu cu matematicienii de la Harvard, precum și de anxietate în privința argumentării logice a lucrării mele matematice. În timp ce mă încercau dureri și aveam dificultăți respiratorii, îmi era imposibil să fac vreo deosebire între fil-fiielile perdelelor de la ferestre și anumite părți încă nerezolvate din problema potențialului la care lucrasem.

N-aș putea spune că durerile se manifestau ca o tensiune matematică, nici că tensiunea matematică se exterioriza ca o durere fizică ; amîndouă erau prea îmbinate pentru a putea face o deosebire între ele. Totuși, cînd am reflectat mai tîrziu la această chestiune, mi-am dat seama că aproape orice experiență de viață poate să acționeze ca un simbol temporar reflectînd o situație matematică care încă nu este organizată și lămurită. Am ajuns, de asemenea, să văd mai deslușit decît înainte că unul din motivele principale care m-au împins spre matematică a fost necazul sau chiar durerea provocată de discordanțe matematice nerezolvate. Am devenit tot mai conștient de necesitatea de a exprima o asemenea discordanță în termeni semipermanenți și ușor de recunoscut înainte de a mă putea debloca și a trece la altceva.

În adevăr, dacă există vreo însușire care marchează pe matematicianul competent mai mult decît pe altcineva, apoi cred că aceasta este puterea de a opera cu simboluri emoționale temporare și de a le organiza într-un limbaj semipermanent care poate fi memorat. Dacă cineva nu este capabil să facă aceasta, va constata, probabil, că ideile sale dispar, din simpla dificultate de a le păstra într-o formă încă neformulată.

Tocmai în cursul bolii mele mi-am dat cu adevărat seama cît de mult am nevoie de tînăra domnișoară care mai tîrziu a devenit soția mea. Nu vreau să spun prin aceasta că, începînd din acel moment, curtea

mea a început să urmeze o cale directă sau că aş fi devenit imediat sigur că doresc căsătoria ; dar, în orice caz, am intrat pe făgaşul unor modificări emoţionale cu suişuri şi coborîşuri, care, în ultimă instanţă, au dus la căsătoria noastră. Am relatat istoria acestor fapte în cartea mea anterioară, *Am fost un copil-minune*. Voi reveni asupra acestei chestiuni aici numai în măsura în care are o importanţă directă pentru avaturile carierei mele de om de ştiinţă.

În cartea de faţă mă înfăţişez publicului în calitate de om de ştiinţă şi las la o parte în mod deliberat chiar şi acele evenimente afective din propria mea viaţă sau din viaţa noastră comună de mai târziu care au fost deosebit de importante pentru noi. Nu vreau ca cititorul să tragă concluzia că viaţa mea afectivă s-a limitat la cariera mea ştiinţifică sau că aş fi putut trăi satisfăcător fără loialitatea, afecţiunea şi sprijinul continuu al tovarăşei mele de viaţă. Ceea ce mă opreşte este aspectul absolut intim al dragostei durabile şi al tovarăşiei dintre un bărbat şi o femeie. N-aş putea să împărtăşesc din acestea cititorului meu fără a avea sentimentul că încalc un domeniu care ne aparţine numai nouă şi care, datorită înseşi realităţii, profunzimii şi duratei lui, nu este implicat în vicisitudinile pe care le-aş putea împărtăşi altora. Ştiinţa mea aparţine lumii, însă viaţa mea de familie şi afecţiunile mele nu aparţin decât celor care îmi sînt scumpi şi mie însumi.

Acum să revenim la problema generală a rivalităţii dintre matematicieni şi a eticii care guvernează această rivalitate. Am spus deja că aveam o anumită repulsie faţă de înalta tensiune a unor lucrări legate de la bun început de concurenţă, deşi ştiam foarte bine că eu însumi eram suficient de dornic să-i întrec pe matematicienii tineri şi ştiam, de asemenea, că această atitudine a mea nu era prea frumoasă. Însă nu era o atitudine pe care eram liber s-o adopt sau s-o resping. Îmi dădeam bine seama că eu eram unul din afară în raport cu cei dinăuntru şi că nu aş putea obţine nici un dram de recunoaştere dacă nu i-aş forţa pe ceilalţi să mi-o acorde. Dacă nu eram bine-

venit, ei bine, cel puțin să fiu prea periculos pentru a fi ignorat.

În ceea ce privește dorința de a mă afirma cu tot dinadinsul, nu eram singurul. Cel puțin unul dintre cei mai mari matematicieni americani, un om a cărui dezaprobare a constituit cea mai solidă barieră pe care a trebuit s-o înlătur, era el însuși mai ambițios decât mine. Eu preluam întotdeauna ușor idei noi, dar le și comunicam fără vreo reticență; deși emulația făcea parte din firea mea, nu am căutat niciodată să lucrez într-un secret profund, pentru a surprinde apoi lumea cu rezultate noi, încă necunoscute, care să stîrnească uimire. În această privință mă deosebesc mult de anumiți colegi mai în vîrstă, care și-au manifestat mai puțin naiv bucuriile în legătură cu rezultatele imediate ale victoriilor lor științifice, și n-am încercat niciodată să înlătur pe alți cercetători din calea mea, astfel încît eu să fiu singurul beneficiar al efectului de surpriză al unui studiu nou păstrat cu grijă în secret înainte de a fi prezentat cu efect maxim. Nu am fost mai ambițios decât mulți alții din jurul meu, dar am fost mai puțin grijuliu în a masca această ambiție și nu m-am preocupat să cultiv relațiile.

PERIOADA CĂLĂTORIILOR MELE ÎN
STRĂINĂTATE —
MAX BORN ȘI TEORIA CUANTEI

Abia doi ani după călătoria mea la Strasbourg m-am putut gândi să reiau vizitele mele în Europa. În parte, marea mea dorință de a ajunge în Europa era determinată de setea de a sorbi mai adânc din izvorul matematicii europene, din care gustasem deja ; dar, pe de altă parte, existau și considerente de familie.

Curînd după sfîrșitul războiului, părinții mei au cumpărat o fermă cu o casă de locuit și livadă de meri la Groton, Massachusetts, în speranța că vor trăi acolo după ieșirea la pensie a tatălui meu. De fapt, această fermă era la dispoziția întregii familii pentru a ne recrea ; dar se cereau eforturile întregii familii pentru a o îngriji, astfel încît chiar în vacanțele noastre nu eram complet scutiți de griji. Or, aveam nevoie de timpul nostru liber pentru a ne odihni după eforturile dificile pe care le solicita activitatea noastră profesională. Nu prea era rezonabil să ne irosim bine-meritul concediu cultivînd legume și defrișînd parcela noastră de pădure.

Sora mea Constance preda matematica la Colegiul Smith, iar sora mea Bertha studia chimia la Institutul tehnic din Massachusetts. Constance, o fată mărunțică, viguroasă și plină de încredere în forțele sale, era favorita părinților mei și ei considerau că, dintre noi, ea are cel mai mult simț practic. În chestiunile în care punctul meu de vedere se deosebea tot mai

mult de al mamei, Constance era categoric de partea mamei.

Bertha, cu șapte ani mai tânără decît mine, era — poate — cel mai independent membru al familiei. Datorită diferenței de vîrstă nu a mai fost supusă la acea presiune educativă pe care am cunoscut-o eu și într-o formă mai atenuată Constance. Pe cînd Bertha învăța la școală s-a mai întîmplat ca problema principală a familiei să fie educația fratelui meu mai mic, Fritz, astfel încît Bertha a fost lăsată în voia ei mai mult decît onicare din noi. În felul acesta, ea a fost totdeauna în stare să vadă problemele familiei dintr-un punct de vedere mai obiectiv decît Constance sau decît mine, cel puțin în tinerețea mea.

Eram foarte dornic să împărtășesc cu surorile mele bucuriile pe care mi le ofereau călătoriile în Europa și ele, de asemenea, erau dornice să cunoască aceste bucurii. Nu voi intra aici în cronologia voiajelor succesive pe care le-am făcut singur sau împreună cu surorile mele, dar verile din anii 1922, 1924 și 1925 m-au găsit din nou în străinătate, vizitînd prietenii familiei și diferiți colegi. În timpul acestor călătorii îl vizitam tot mai mult pe Lévy și am legat noi cunoștințe, importante pentru mine, nu numai în Anglia și în Franța, dar și în Germania. În cursul verii anului 1922 am trăit marea inflație din Germania și mi-am dat seama că este o experiență într-adevăr îngrozitoare.

Lucrările mele de teoria potențialului continuau în două direcții. În primul rînd, am ajuns la o nouă concepție despre relațiile dintre potențialul electromagnetic din interiorul unei regiuni și potențialul pe frontieră. După cum am mai amintit, după concepțiile anterioare se presupunea că potențialul electromagnetic din interiorul unei regiuni ar fi complet determinat de valorile date pe frontiere. Eu însă am urmărit noțiunile legate de integrarea generalizată, pe care o studiasem deja, și am observat că potențialul interior al unei regiuni poate fi considerat ca fiind determinat de o combinație aditivă a potențialelor în vecinătatea frontierelor, chiar dacă această definiție ar putea să nu furnizeze o funcție continuă atunci

cînd ne apropiem de punctul de frontieră. Era o idee cu totul nouă și ea m-a dus la extinderi semnificative ale multora dintre noțiunile din teoria potențialului, inclusiv cele de sarcină și capacitate. În această lucrare mă întemeiam pe concepte care țineau de teoria generalizată a integrării a lui P. J. Daniell, despre care am scris deja. Noutatea consta în aceea că eu concepeam relația dintre potențialul într-un punct interior și valorile pe frontieră mai curînd ca o integrare generalizată decît ca un proces de trecere la limită, care ar atașa potențialele interioare de cele de pe punctul de frontieră. Aceasta era oarecum un fel de inversare a punctului de vedere existent în problemele de frontieră. Ca și multe alte inversiuni ale punctelor de vedere în matematică, această reformulare a problemelor teoriei potențialului a adus un suflu de aer proaspăt într-o situație care fusese paralizată mulți ani de o declarație prea convențională.

Bătrînul meu prieten și mentor, profesorul H. B. Phillips de la M.I.T., studiase deja cantități analoge cu potențialul pe rețelele pătratice, cum ar fi un ciur, și pe structuri cubice reprezentînd generalizări ale unor asemenea rețele pătratice. Cu ajutorul noilor mele concepte generalizate ținînd de teoria potențialului, am fost în stare să arăt că lucrările profesorului Phillips reprezintă un important pas înainte în spre o teorie universală a potențialului.

În acest fel, am adăugat un număr considerabil de concepte noi și bine definite vechiului armament al teoriei potențialului. Cînd am aplicat acestea la vechea problemă a lui Zaremba, care încă nu-și găsisese o soluție definitivă, am constatat că ele funcționează. Tocmai pe vremea aceea, în publicația *Comptes Rendus* a Academiei Franceze de Științe apăreau numeroase studii în legătură cu teoria lui Zaremba. Aceste studii erau scrise fie de Lebesgue însuși, fie de un tînăr discipol al său, G. Bouligand.

În multe domenii științifice vine o vreme cînd vioiciunea și precizia noilor articole publicate arată că o țintă importantă este pe cale de a fi atinsă. Așa au stat lucrurile și cu lucrările lui Lebesgue și Bouligand. Mi-am dat seama că, dacă nu fac un efort

maxim și rapid, în curînd întreaga chestiune va fi ștearsă din evidența matematică ca fiind pe deplin rezolvată. De aceea, am făcut un efort maxim, utilizînd noile instrumente pe care mi le făurisem, și am fost încîntat să constat că am obținut ceea ce din punctul de vedere al cercetării din acel timp se putea considera drept rezolvarea completă a problemei.

Mi-am dat seama că trebuie să mă grăbesc. M-am adresat unui student de-al meu mexican, Manuel Sandoval Vallarta, care era mult mai bun cunoscător al limbii franceze decît mine, și am obținut ajutorul său pentru a rescrie ideile mele într-o franceză acceptabilă. I-am trimis lui Lebesgue o notă scurtă pentru publicarea în *Comptes Rendus* și am așteptat să văd ce se va întîmpla.

Ceea ce a urmat este o coincidență mult mai obișnuită în istoria descoperirilor și invențiilor decît s-ar putea crede. În timp ce scrisoarea mea trecea oceanul, Bouligand a obținut anumite rezultate deosebit de importante pe care nu avusese încă timp să le finiseze. El s-a sfătuit cu Lebesgue, care l-a povățuit să prezinte aceste rezultate la Academie într-un plic sigilat, după un obicei stabilit de secole de tradiția academică. În ziua imediat următoare sosi nota mea și plicul sigilat al lui Bouligand a fost deschis. Cele două note au apărut alături în numărul următor din *Comptes Rendus*, cu o prefață a lui Lebesgue, care le prezenta pe amîndouă. Limbajul matematic era diferit, dar ideea principală a celor două note era identică. Totuși, logica din nota lui Bouligand nu era atît de completă ca a mea, datorită faptului că ceea ce trimisese el era doar o comunicare preliminară în vederea obținerii întîietății și nu o lucrare pusă la punct și finisată.

Întîmplarea aceasta a fost în mod și mai flagrant o alergare cu sosire simultană decît precedenta mea descoperire odată cu Banach. Atît rivalitatea în legătură cu spațiile Banach, cît și rivalitatea cu Bouligand s-a încheiat extrem de amical. Bouligand era chiar mai dispus decît mine să admită că studiul meu era întrucîtva mai complet; ne-am înțeles să ne întîlnim cînd voi veni în vizită în Franța.

O lucrare care a pornit sub o presiune de competiție mai redusă, dar care, de asemenea, s-a încheiat printr-o prietenie a fost stimulată de cercetările matematicianului danez Harald Bohr cu privire la „funcțiile aproape periodice”, cum le denumea el. Este vorba de niște curbe care nu se repetă pe sine într-un tot, ca desenele de pe tapete, dar sînt aproape de a face acest lucru. Descoperirea lor a reprezentat o extindere importantă a analizei armonice. După cum am mai spus, și eu lucram la extinderi ale analizei armonice, urmărind încercarea de a justifica calculul formal al lui Heaviside. Iarăși nu aveam decît să mă grăbesc pentru a vedea dacă îmi pot consolida ideile în acest domeniu. Am reușit în această privință și am obținut o teorie adecvată, care a acoperit nu numai acele spectre ale luminii care pot fi reprezentate prin linii bine marcate, așa cum le găsim în porțiunile spectrelor elementelor chimice, dar și acelea în care energia este distribuită în mod continuu. Teoria lui Bohr era valabilă numai pentru spectrele liniare. Cu ajutorul unui artificiu sau două am fost în stare să deduc din propria mea teorie nu numai teoria lui Bohr, dar și un domeniu mult mai întins de rezultate referitoare la spectrele continue.

În această privință am avut de folosit idei foarte apropiate de acelea pe care le-am utilizat la studiul mișcării browniene. În special mi-au fost din nou de folos curbele continue, care sînt atît de încîlcite, încît nu se poate spune despre ele propriu-zis că ar avea o direcție. Cînd am vorbit despre problema mișcării browniene, am arătat că înainte asemenea curbe erau mai mult sau mai puțin copii vitregi ai matematicii: ele erau considerate ca niște obiecte de muzeu, nefirești, obținute de matematicieni din considerente abstracte și neavînd o reprezentare autentică în fizică. Or, iată că eu am reușit să construiesc o teorie esențialmente fizică în care asemenea curbe jucau un rol indispensabil.

A mai existat un alt contact cu matematica europeană, pe care l-am realizat în acea perioadă pe o cale cu totul neașteptată, deși aici a fost vorba de un contact mai mult personal decît științific. De multe

ori am dat de lucrările lui Leon Lichtenstein, matematician german care studiase teoria scurgerii lichidelor și era redactorul principalei reviste internaționale de recenzii pentru matematicieni. Tata avea un văr cu numele de Leon care frecventase Institutul tehnic din Berlin pe vremea când și el studia acolo, dar Leon găsisse că atmosfera cercetării industriale nu este prea agreabilă. Tata știa, de asemenea, că Leon părăsise industria pentru cercetări academice în matematica aplicată, dar nu știa nici în ce măsură reușise ceva, nici la ce anume lucra acum.

Am primit o scrisoare de la o mătușă de-a mea din New York care ne spunea că vărul Leon a avut mai mult succes în matematică decât ne-am fi așteptat. Scrisoarea ne dădea numele său întreg, care era Leon Lichtenstein. Atunci am adunat doi cu doi și m-am gândit că este foarte probabil ca vărul Leon și renumitul matematician să fie una și aceeași persoană. I-am scris lui Lichtenstein, întrebându-l direct dacă este vărul nostru, și am primit un răspuns foarte amical. El era într-adevăr acel Lichtenstein despre care ne scrisese mătușa Charlotte și aflase atât de existența mea cât și de lucrările mele. Mă invita să-l vizitez de îndată ce voi putea veni în Europa. El mai locuia la Berlin, dar predă la Universitatea din Leipzig. După cum am aflat mai târziu, era decanul Facultății de științe din acest oraș.

După acest schimb de corespondență cu Bouligand și Lichtenstein, vara am sosit în Europa împreună cu sora mea Bertha. Am plecat la Poitiers pentru a-l vedea pe Bouligand. Mă aștepta în gară ținând în mână ridicată un exemplar al unuia din articolele mele pentru ca să-l pot identifica. S-a dovedit a fi un tânăr breton modest. Erau multe de văzut la Poitiers, oraș fermecător și romantic, cu multe și interesante monumente de arhitectură. Bouligand m-a dus să-i vizitez familia și m-a prezentat unui prieten al său care era profesor la liceul local și o autoritate în materie de antichități locale; amîndoi mi-au arătat tot ce era mai interesant.

În aceeași vară m-am dus și în Germania pentru a-l întâlni pe vărul Leon. Ca și în cazul lui Bouligand,

era o problemă să ne recunoaștem, întrucît nu ne văzusem niciodată, nici măcar în fotografie. Mă aștepta în gară ținînd în mînă o foaie de hîrtie pe care scrisese, în cinstea mea, formula principală din teoria potențialului.

Leon Lichtenstein era chel, avea barbă și nu prea semăna la față cu tatăl meu, dar, ca și dînsul, era un om viguros, de statură mică, cu mișcări iuți și păreri bine stabilite. Avea în unele privințe o atitudine foarte antiamericană, deși cu mine se purta cordial. Bertha și doamna Lichtenstein, care era elementul ponderator al familiei, au avut destule dificultăți pentru a face ca disputele dintre Leon și mine să nu degenereze în certuri.

Aici m-am lovit de una din problemele minore ale vieții din Germania. De la prima noastră întîlnire, Leon mi-a cerut să-i spun *Du*, formula familiară pentru a te adresa cuiva în limba germană. Pe de altă parte, doamna Lichtenstein nu mi-a făcut o asemenea propunere, deși era tot atît de cordială ca și soțul ei. În aceste condiții, nu am considerat că sînt îndreptățit la același grad de familiaritate cu ea ca și cu vărul meu și mă adresas ei cu *Sie*, modalitate mai oficială.

Am vizitat Göttingenul în 1924, amintindu-mi de vechile timpuri și constatînd că noile mele idei începuseră să-i intereseze pe cei de acolo. În 1925, după o scurtă ascensiune în munți împreună cu Alexander de la Princeton, am vizitat din nou Göttingenul, unde lucrările mele de analiză armonică generalizată începuseră realmente să atragă atenția.

Noul conducător al matematicienilor de la Göttingen era Richard Courant, un omuleț harnic și activ, dornic să păstreze în mîna sa întreaga conducere a matematicienilor. Courant mi-a sugerat să caut anumite surse americane de fonduri pentru a petrece un an la Göttingen și a face cercetări în contact permanent cu colegii mei de acolo. La New York tocmai se înființase fundația John Simon Guggenheim, iar Courant spunea că această fundație ar fi un filantrop indicat, căruia m-aș putea adresa pentru fonduri. Mi-a promis întregul sprijin al colegilor mei de la Göttingen, pentru a-mi face voiajul cît mai agreabil, precum și procu-

rarea unui asistent care să mă ajute să-mi organizez articolele și să-mi acopăr lipsurile de limbă germană.

El m-a trimis să-mi prezint omagiile lui Felix Klein, care împărțea împreună cu Hilbert prestigiul de a fi liderul matematicienilor de la Göttingen. Klein stătea foarte prost cu sănătatea și, de fapt, mai avea doar câteva luni de trăit. Am beneficiat de acest privilegiu pentru a stabili încă o legătură cu trecutul glorios al matematicii.

Mi-am început vizita la Klein cu o gafă de etichetă. Când bătrîna menajeră m-a întâmpinat la ușă, am întrebat-o în cea mai bună germană a mea : „*Ist der Herr Professor zu Hause ?*“¹ Ea mi-a replicat ritos : „*Der Herr Geheimrat ist zu Hause*“², reproșîndu-mi astfel faptul că mă adresasem unui consilier intim folosind titlul mai mic, de profesor. Aici trebuie să spun că, în știința germană, poziția socială a unui Geheimrat este asemănătoare cu aceea a unui om de știință din Anglia care a fost înnobilit și are dreptul la titlul de sir ; dar niciodată n-am observat să se facă în Anglia atîta caz de acest titlu cît se făcea în Germania în legătură cu titlul de Geheimrat.

Am urcat scările și l-am găsit pe Felix Klein în vastul său birou, o încăpere plăcută, înaltă și aerisită, cu pereții acoperiți de rafturi cu cărți și avînd la mijloc o masă mare plină de cărți și periodice deschise, aruncate într-o dezordine organizată. Marele om ședea la masă într-un fotoliu, cu o pătură pe genunchi. Avea barbă și o față fină și cizelată, înconjurată de un nimb de înțelepciune seculară. Se purta cu o condescendență de nobil, și cu un aer de suveran, iar pe măsură ce vorbea, marile nume ale trecutului deveneau pentru mine ființe umane reale. În jurul său plutea un iz de eternitate, simțeai că pentru el timpul nu mai avea sens. După ce l-am ascultat cu mult respect cîteva minute, aveam senzația că am fost primit la o curte regală, și mi-am dat seama că audiența s-a terminat.

Comunicarea pe care am făcut-o celor de la Göttingen

¹ Domnul profesor e acasă ? — *Nota trad.*

² Domnul consilier intim e acasă. — *Nota trad.*

gen asupra lucrării mele de analiză armonică generală a fost foarte bine primită. În special Hilbert a manifestat un mare interes pentru această temă, dar pe atunci eu nu-mi dădeam seama că lucrarea mea era strâns legată de noile idei care se afirmau în fizică și care aveau să prindă ființă și să înflorească la Göttingen sub forma a ceea ce este acum cunoscut ca „mecanica cuantică”¹

Mecanica cuantică este un domeniu din fizica matematică care își are originile în lucrarea din 1900 a lui Max Planck cu privire la echilibrul radiației într-o cavitate. În limbaj obișnuit, domeniul de cercetare al teoriei cuantelor este studiul luminii, așa cum o aflăm în interiorul unui cuptor încălzit, după ce lumina și căldura cuptorului au intrat într-un echilibru, astfel încât, lumina își schimbă caracterul atunci când se schimbă temperatura cuptorului. Este un efect ușor observabil, pe care îl cunoaștem cu toții din deosebirea dintre o bucată de metal încălzită la roșu și o bucată de metal încălzită la alb. Spectrul luminos care provine dintr-un cuptor încălzit la roșu încetează undeva în roșu sau galben, pe când lumina provenită dintr-un cuptor încălzit la alb poate să meargă departe în ultraviolet.

Esențialul dificultății în explicarea acestei relații dintre lumină și căldură, pe care Planck a rezolvat-o printr-o ipoteză nouă și curajoasă, consta în faptul că reprezentările tradiționale ale luminii ca fenomen continuu nu erau satisfăcătoare. Planck a ajuns la concluzia că lumina, ca și materia, are o structură mai curînd granulară decît continuă.

Înainte de el, fizicienii nu au fost în stare să conceapă mecanismul datorită căruia distribuția culorilor luminii într-un cuptor este determinată de temperatura cuptorului. Explicația propusă de Planck pentru acest fenomen ușor observabil nu era însă simplă. Ea era legată de unele idei referitoare la matematică și

¹ În acest capitol trebuie să încerc să explic într-un limbaj netehnic semnificația tehnică a unor lucrări foarte dificile. Cititorul care nu este interesat să se documenteze în detaliu asupra lucrărilor mele din acel timp este sfătuit să sară peste aliniatele tehnice.

gîndire în general, idei ce-și au originea în ultima parte a secolului al XVII-lea, într-o perioadă cînd a avut loc o importantă bătălie intelectuală între atomiști, care opinau că materia este discretă, și cei care considerau că materia este continuă. Au existat mai multe considerente filozofice care au făcut ca această dezbateră să fie deosebit de acută.

Totuși, disputa a devenit foarte crîncenă nu atît din cauza climatului filozofic general de pe vremea aceea, cît din cauza unei inovații tehnice. Această inovație a fost descoperirea microscopului de către olandezul Leeuwenhoek, care și-a perfecționat instrumentul în așa măsură încît a putut să vadă într-un strop de apă stătătoare cîte ceva din freamătul vieții.

Adesea, descoperirea unui instrument deschide imediat noi orizonturi. Înainte de Leeuwenhoek, studiul organismelor vii fusese limitat la ceea ce se putea vedea cu ochiul liber sau, în cazul cel mai bun, cu ajutorul unor lupe de mînă primitive. Astfel, oamenii de știință, chiar dacă-și însușiseră ideea lui Democrit că lumea este formată din particule extrem de mici — atomii —, nu realizaseră vreun progres considerabil în ceea ce privește observarea unor elemente mai mici decît, să zicem, un grăunte de nisip.

Microscopul lui Leeuwenhoek a arătat prin observație directă că într-un strop de apă de eleșteu freamătă o viață asemănătoare cu aceea de pe străzile unui mare oraș. Noua putere pe care a căpătat-o ochiul a dat un nou avînt imaginației și gîndurile tuturor s-au îndreptat spre structura fină a lumii și implicațiile filozofice sugerate de procesele de mărire. Poate că unul din rezultatele acestei experiențe a fost renumita butadă a lui Swift :

*So, naturalists observe, a flea
Hath smaller fleas that on him prey ;
And these have smaller still to bite 'em ;
And so proceed ad infinitum.*

(Și iată că naturaliștii văd un purice,
Iar pe dinasul purici mai mici care îi sug sîngele ;
Și pe aceștia alții mai mici șed și îi pișcă ;
Și așa mai departe pînă la nesfîrșit.)

Miezul acestei mici butade este mai interesant decât ni s-ar putea părea în prezent butada însăși, căci printre obiectele pe care le-a studiat Leeuwenhoek cu noul său microscop au fost și spermatozoizii omului și ai animalelor, pe care Leeuwenhoek, pe bună dreptate, i-a interpretat ca jucând un rol în concepție. Însă din cauza imperfecțiunilor microscopelor folosite de Leeuwenhoek și de discipolii săi, era ușor de imaginat că spermatozoidul conține un mic fetus încolăcit. Această teorie dădea o interpretare plauzibilă actului de concepție, întrucât se considera că concepția ar consta doar în implantarea spermatozoidului în uter, în mediul căruia el putea să crească în volum până devenea un embrion de felul celui cu care erau deja familiarizați medicii. Ideea că spermatozoidul ar fi unicul ascendent al embrionului a dus la unele speculații biologice foarte interesante.

Dacă spermatozoidul era un stadiu anterior al fătusului, apoi era natural să se creadă că el era o ființă umană în miniatură, având toate organele unei ființe umane pe o scară mai redusă, într-o formă deformată, dar esențialmente aceeași. În acest caz, el ar fi trebuit să conțină spermatozoizi mai mici, după cum puricele lui Swift poartă purici mai mici, având o dimensiune cu mult mai redusă decât aceea pe care ar fi putut-o detecta microscopul timpului. La rândul lor, era de crezut că acești spermatozoizi ar conține spermatozoizi și mai mici și așa pînă la infinit, astfel încît întregul viitor al neamului omenesc ar fi în realitate predeterminat de către corpurile celor care sînt în prezent în viață. Această determinare era un argument pentru divizibilitatea infinită a materiei, iar consecințele filozofice ale ei erau studiate cu mult interes în special de marele filozof Leibniz¹.

¹ Referirea la Leibniz și la Swift are anumite implicații în contextul istoriei primelor decenii ale secolului al XVIII-lea care merită unele comentarii suplimentare. Leibniz a fost un mare filozof și fizician prin vocație, dar poziția sa oficială era aceea de arhivar la curtea din Hanovra. În această situație, el s-a dovedit a fi nu numai un bibliotecar, dar și un diplomat de prim rang, devotat bunăstării și creșterii puterii

Leibniz concepea lumea după analogia stropului de apă sau a unei picături de sînge, în care viața clocoțește din plin. Cu alte cuvinte, el considera că toate spațiile aparente dintre ființele vii și în interiorul ființelor vii sînt, la rîndul lor, pline de ființe vii pe o scară mai mică. Această teorie îl determina pe Leibniz să postuleze divizibilitatea infinită a vieții și, în consecință, continuitatea materiei.

Această opinie, care, după cum am văzut, era generată de observațiile la microscop de pe vremea aceea, ca și de propria sa filozofie, l-a condus, în cele din urmă, pe Leibniz la posibilitatea unei noi interpretări a matematicii. Trebuie să amintim că el a fost unul din coautorii analizei matematice și că notațiile pe care le folosim și astăzi sînt ale lui. Pentru el, nu numai că timpul și spațiul sînt infinit divizibile, dar cantitățile distribuite în timp și spațiu își pot schimba toate dimensiunile, în funcție de anumite viteze. De exemplu, o cantitate distribuită în timp și spațiu este temperatura. Cînd zicem că termometrul scade cu o viteză de zece grade pe oră, avem în vedere viteza de schimbare a temperaturii în timp. Cînd zicem că temperatura scade cu viteza de trei grade per milă spre vest, avem în vedere o viteză de schimbare în spațiu. Cînd considerăm cantitățile care au o distribuție atît în timp cît și în spațiu, legea matematică naturală a lor este ecuația cu derivate parțiale, în care vitezele de schimbare în timp și în spațiu sînt legate

stăpînului său. Sînt multe de spus în sprijinul ipotezei că el a fost activ în negocierile care au dus casa de Hanovra la tronul Angliei. Deoarece în Anglia partidul whig era acela care dorea venirea casei de Hanovra pentru a pune capăt domniei casei Stuart, lipsită de popularitate, Leibniz a început să fie identificat cu intrigile acestui partid. Contactul său cu Anglia a fost facilitat în mare măsură de apartenența și activitatea sa la Royal Society (Societatea Științifică Regală).

Pe de altă parte, Swift a fost un sprijinitor tory al dinastiei Stuart și a participat activ la tentativa de puci care, după moartea reginei Ana, a încercat să-l pună pe tron pe Iacob al III-lea Stuart, Bătrînul Pretendent. Astfel, Leibniz și Swift au fost figurile principale ale celor două părți reprezentate în conflict din politica engleză a vremii. Nu este de mirare că între ei a intervenit un puternic antagonism.

Acest antagonism apare în cartea a treia din cele patru

între ele în cadrul unui sistem în care timpul și spațiul sînt amîndouă infinit divizibile. Astfel, argumentînd pentru continuitatea lumii fizice, Leibniz a devenit purtătorul de cuvînt al unui punct de vedere diametral opus atomismului.

Dezvoltarea ulterioară a fizicii a adus atît teoria atomistă cît și teoria continuității la o desăvîrșire și la o ascuțire a opoziției pe care ele nu le posedau pe vremea aceea. Pe atunci, moleculele nu puteau fi văzute, iar astăzi este clară evidența chimică a existenței atomului discret. În afară de atom, noi aspecte ale atomismului au fost descoperite prin electron, proton și multe particule fundamentale nou descoperite în nucleul atomic, iar între timp, teoria continuității a devenit un instrument util și aproape indispensabil pentru studiul dinamicii gazelor, lichidelor și solidelor, precum și pentru teoria luminii și electricității. Confruntarea hotărîtă între aceste două mari direcții ale gîndirii a generat unele dintre problemele principale ale fizicii moderne.

Conflictul a început să se contureze cam cu o sută de ani în urmă, pe vremea cînd Clerk Maxwell a elaborat teoria cunoscută în prezent sub numele de teoria cinetică a gazelor. Un gaz constă din particule numite molecule, care se pot mișca în cîteva moduri independente. O moleculă se poate mișca în sus sau în jos, spre dreapta sau spre stînga, înapoi și încolo, ca un întreg ; în afară de aceasta, ea se poate roti în

ale *Călătoriilor lui Gulliver* : călătoria în Laputa. Mulți s-au mirat de violența cu care Swift îi atacă pe oamenii de știință, acești visători lipsiți de orice spirit practic, care măsoară un om cu sextantul pentru a-i croi un rînd de haine, extrag raze solare din castraveți și încearcă să pună stăpînire pe întreaga înțelepciune a veacurilor viitoare printr-un proces echivalent cu ideea lui Eddington cu privire la maimuțele dactilografe¹. De fapt, acești oameni reprezentau tocmai Royal Society și, în special, influența lui Leibniz asupra lui Royal Society. Nu este deci de mirare că una din țintele ironiilor lui Swift era o situație esențialmente leibniziană : puricele așezat pe purice și așa mai departe pînă la infinit.

Acesta n-a fost singurul loc în care Swift s-a arătat fasci-

¹ A se vedea *Epilogul*. — *Nota trad.*

jurul unei axe verticale și a două axe orizontale. Toate aceste mișcări sînt însușirile ei în calitate de corp rigid, dar adesea ea este mai mult decît un solid rigid și poate avea vibrații interne care îi aparțin în calitatea sa de sistem elastic. Putem număra modurile de mișcare sau, după cum le denumesc fizicienii, gradele de libertate ale unei particule izolate. Adunînd numărul modurilor de mișcare ale diferitelor particule care formează un gaz, putem determina numărul modurilor de mișcare, adică numărul gradelor de libertate ale gazului ca un tot. Maxwell a observat că, atunci cînd un gaz este adus la o stare de echilibru statistic intern, fiecare mod de mișcare va avea în medie o anumită energie, iar această energie medie va fi aceeași pentru toate modurile de mișcare. Aceasta este o teoremă deosebit de importantă care stabilește corelația dintre temperatura unui gaz și celelalte proprietăți ale sale.

Rezultă de îndată că capacitatea unui volum dat de gaz de a absorbi energie depinde de numărul gradelor de libertate la o unitate de volum. Măsura acestei capacități se numește căldură specifică. Ea ne permite să stabilim cîtă energie va conține un corp în echilibru caloric în cazul unei temperaturi date. Dacă numărul gradelor de libertate la o unitate de volum este infinit, atunci o creștere finită a temperaturii va putea da corpului o cantitate infinită de energie, sau, ceea ce e același lucru, o creștere finită

nat de problema dimensiunilor variabile din natură și a ceea ce s-ar întîmpla cu lumea și cu indivizii ei în cazul unei contractări sau dilatări. Aceasta este și tema din primele două cărți ale *Călătoriilor lui Gulliver*, călătoria în Lilliput, unde locuitorii sînt de 12 ori mai mici decît oamenii normali, și călătoria la Brobdingnag, unde locuitorii sînt uriași, avînd o înălțime de 70 de picioare.

În ambele cazuri, imaginația lui Swift cu privire la efectul schimbării volumului este cutezătoare, dar limitată. Ea se referă numai la dimensiunile fizice, dar nu și la posibilitățile de mișcare. El nu este conștient de faptul că lilliputanii, dacă ar fi din carne și sînge de om, ar fi capabili să sară la o înălțime care ar depăși de cîteva ori propria lor înălțime și nici nu-și dă seama că, respectiv, locuitorii din Brobdingnag ar fi atît de greoi și legați de pămînt, încît abia de s-ar putea ține pe picioare.

a energiei sale nu-l va mai încălzi de loc. Dacă aplicăm un argument similar unui mediu continuu, care în mod natural are un număr infinit de grade de libertate la o unitate de volum, atunci va rezulta că și el va avea o căldură specifică infinită și deci noțiunea de temperatură nu i se va putea aplica.

Or, Clerk Maxwell n-a fost numai autorul teoriei menționate, care în prezent este cunoscută ca teoria cinetică a gazelor ; el a fost, totodată, inițiatorul teoriei potrivit căreia lumina și electricitatea se transmit ca oscilații ale unui mediu continuu, cunoscut sub numele de eter luminifer. Ceea ce înseamnă că eterul poate fi încălzit la nesfârșit fără a deveni mai cald. Deoarece mișcările eterului luminifer sînt cunoscute ca radiații, luînd forma de lumină, raze X, căldură radiantă etc., teoria lui Maxwell a eterului este incompatibilă cu existența vreunei temperaturi a radiației. Teoria luminii a lui Maxwell, oricît de satisfăcătoare ar fi pentru radiația liberă în cazul absenței materiei, are drept consecință imposibilitatea aceluși echilibru termic dintre lumină și materie despre care știm bine că există în furnal. Pentru studiul radiației luminii era necesar ceva mai mult și diferit de teoria lui Maxwell : și acest ceva mai mult a fost propus de Planck.

Planck a observat nu numai că există o temperatură a radiației, dar și că relația dintre această temperatură și caracterul radiației urmează o anumită lege, cunoscută în prezent sub numele de legea lui Planck. Pentru a ajunge la această lege, el a presupus că radiația era emisă în anumite cantități atomice mici, denumite de el cuante. Lucrarea lui Planck conținea prima formă a teoriei cuantelor din fizica modernă.

În general, anul 1900 reprezintă o perioadă critică în gîndirea științifică. Cu cîțiva ani înainte, oamenii de știință cei mai clarvăzători considerau că secolele viitoare vor fi consacrate dezvoltării teoriilor fizice deja existente, că această dezvoltare va consta într-un grad de precizie mai mare. Pe la 1900 însă, teoria cuantelor a început să infirme unele dintre ideile de continuitate în domeniul radiației. Mecanica sta-

tistică a lui Gibbs era deja pe cale de a înlocui determinismul printr-un nedeterminism calificat, iar experimentul optic al lui Michelson și Morley, care arătase imposibilitatea de a măsura viteza Pământului în eter, devenise de curînd o parte esențială a șirului de idei care urmau să conducă la relativitatea lui Einstein.

Teoria relativității a lui Einstein a fost formulată în 1905 și în același an el a adus o contribuție hotărîtoare la teoria cuantelor. El a arătat că o anumită constantă caracteristică efectului fotoelectric, care leagă absorbția de lumină, respectiv emisia de lumină de electricitate, este numeric și dimensional egală cu cunoscuta constantă stabilită de Planck în teoria cuantelor. Șapte ani mai tîrziu, în 1912, Niels Bohr din Copenhaga a descoperit aceeași constantă în teoria radiației atomului de hidrogen.

Teoria radiației propusă de Bohr era strălucită, deși nu perfect reușită. Era un hibrid curios în care trăsăturile teoriei discontinuului erau întrucîtva nefiresc altoite pe o teorie bazată pe continuitate asemănătoare cu teoria orbitelor planetare. Această mecanică cuantică a avut importante confirmări numerice, dar unitatea ei teoretică era oarecum incompletă. În 1925, anul comunicării mele de la Göttingen, lumea reclama o teorie a efectelor cuantice care să fie un întreg unificat și nu un amestec de elemente eterogene.

Fără să-mi dau seama de felul în care la Göttingen interesul era deja concentrat asupra dificultăților teoriei cuantelor, comunicarea mea ținută la Göttingen se ocupa, ca și teoria cuantelor, de un domeniu în care legile mărimilor obișnuite nu mai rămîneau valabile cînd se trecea la obiectele foarte mici. După cum am mai spus, comunicarea mea se referea la analiza armonică, cu alte cuvinte la descompunerea mișcărilor complicate în sume de oscilații simple. Analiza armonică, împreună cu toate diversele ei ramificări moderne, are o istorie care se trage de la Pitagora și interesul său pentru muzică și vibrațiile corzilor lirei. O coardă poate vibra în mai multe feluri, dar modul cel mai elementar și mai simplu dintre toate este cunoscut sub numele de oscilație armo-

nică simplă. Deși în realitate mișcarea corzii unui instrument muzical nu este o oscilație armonică simplă, ea este combinația cea mai elementară posibilă a unor mișcări armonice simple. Într-o primă aproximație grosolană putem trata o asemenea mișcare ca o oscilație armonică simplă.

Acum să vedem ce sînt în realitate notele muzicale. Poziția unei note pe portativ îi dă înălțimea sau frecvența, pe cînd succesiunea notelor pe orizontală arată ordinea oscilațiilor în timp. Notațiile de timp indică viteza metronomului, diviziunea sunetului în note întregi, doimi, pătrimi etc., diferitele pauze și multe altele. Astfel, la prima vedere, notația muzicală pare să opereze cu un sistem în care vibrațiile pot fi caracterizate în două moduri independente, și anume : după frecvență și după durată în timp.

O examinare mai subtilă a naturii notației muzicale a stabilit că lucrurile nu sînt chiar atît de simple. Numărul oscilațiilor pe secundă implicat de o notă, deși caracterizează frecvența, spune, totuși, ceva și cu privire la distribuția în timp. De fapt, frecvența unei note și durată ei interacționează într-un mod foarte complex.

În mod ideal, o mișcare armonică simplă este ceva care se extinde în mod nealterat în timp, de la trecutul îndepărtat și pînă la viitorul îndepărtat. Într-un anumit sens, ea există *sub specie aeternitatis*. Începutul și sfîrșitul unei note implică o modificare a compoziției ei de frecvență, o modificare care poate fi mică, dar este foarte reală. Nota, care durează doar un timp limitat, trebuie să fie analizată ca un grup de mișcări armonice simple, nici una din ele neputînd fi luată drept unica mișcare armonică simplă din prezent. Precizarea în timp atrage un anumit caracter vag în ceea ce privește înălțimea, după cum precizarea înălțimii implică o indiferență față de timp.

Aceste considerente nu prezintă numai o importanță teoretică, ci ele corespund limitărilor reale ale posibilităților muzicianului. Nu se poate cînta un dans săltațeu pe registrul de jos al unei orgi. Dacă luați o notă care oscilează cu o viteză de 16 timpi pe secundă

și o continuare numai a douăzecea parte a unei secunde, ceea ce veți obține este doar o singură comprimare a aerului, lipsită de orice caracter periodic cît de cît observabil. Nu va suna la ureche ca o notă, ci mai curînd ca o lovitură pe timpan. În realitate, mecanismul complicat al reflectării impulsurilor care este necesar pentru a pune un tub de orgă să se exprime în mod muzical nu va avea nici cea mai mică șansă de a funcționa. Un dans săltăreț pe registrul de jos al orgii nu este, de fapt, muzică proastă, ci nu este muzică deloc.

Tocmai acest paradox al analizei armonice a alcătuit un element important al comunicării mele de la Göttingen din 1925. Pe vremea aceea îmi dădeam clar seama de posibilitatea ca legile fizicii, ca și notația muzicală, să fie lucruri reale și importante, cu condiția de a nu le lua prea în serios și de a nu reduce scala timpului dincolo de un anumit nivel. Cu alte cuvinte, voiam să subliniez că în muzică, ca și în teoria cuantelor, avem o deosebire de comportament între lucrurile care aparțin unor intervale de timp (sau de spațiu) foarte mici și cele pe care le acceptăm ca fiind de dimensiune normală, cotidiană, precum și că divizibilitatea infinită a universului este un concept pe care fizica modernă nu-l mai poate accepta fără rezerve serioase.

Pentru a lămuri importanța acestor idei ale mele în dezvoltarea reală a teoriei cuantelor, trebuie să sărim peste cîțiva ani, pînă în perioada cînd Werner Heisenberg a formulat principiul său de dualitate și nedeterminism. Fizica clasică a lui Newton este o fizică în care particula poate să aibă în același timp o poziție și un moment sau, ceea ce este cam același lucru, o poziție și o viteză. Heisenberg a ajuns la concluzia că, în condițiile în care se poate măsura mare precizie o poziție, momentul sau viteza se poate măsura doar cu o precizie mică, și invers. Această dualitate este exact de aceeași natură ca și dualitatea dintre înălțime și durată în muzică; de fapt, Heisenberg a ajuns să explice acest lucru cu ajutorul aceluiași analiză armonice pe care eu o prezentasem la Göttingen cu cel puțin cinci ani înainte.

La Göttingen, în primii ani ai mecanicii cuantice, cele două figuri principale erau Max Born și Heisenberg. Max Born era mult mai în vîrstă decît Heisenberg; și, deși este indubitabil că tocmai orientarea gîndirii sale a dus la originile noii mecanici cuantice, adevăratul pas inițial spre această teorie ca entitate separată îi aparține colegului său mai tînăr. Born, amabil, calm, a avut întotdeauna o fire muzicală, marea lui bucurie fiind să cînte la pian la patru mîini împreună cu soția sa. Dintre toți oamenii de știință, el a fost cel mai modest și abia în 1954, după ce i-a dirijat pe alți oameni de știință înspre lucrări pentru care le-a revenit Premiul Nobel, i s-a decernat și lui această distincție.

Heisenberg, care pe vremea aceea abia trecuse de douăzeci de ani, avea o fire mai puțin modestă decît a lui Born și a căutat să guste succesul în viață de la bun început. Pentru Born trebuie să fi fost o mare dezamăgire să constate că studentul său preferat se orienta spre naționalismul german. Amărăciunea pe care o resimțea era cu atît mai mare cu cît Born era evreu. Trebuie să adăugăm că mai tîrziu, cînd Born s-a retras în Marea Britanie, după război, cel mai strălucit student al său a fost Klaus Fuchs.

După cum am arătat mai sus, comunicarea mea de la Göttingen s-a bucurat de o oarecare atenție și Hilbert, Courant și Born mi-au făcut anumite aluzii că putea beneficia de o invitație de a lucra anul următor un anumit timp la Göttingen. Între timp, Born m-a săvîrșit să vină să predea un curs la Institutul tehnic din Massachusetts, iar eu mă pregăteam să lucrez cu el în lunile următoare.

Atunci cînd profesorul Born veni în Statele Unite, m-a foarte tulburat de noua fundamentare pe care Heisenberg tocmai o dăduse teoriei cuantice a atomului. Această teorie era esențialmente discretă, iar instrumentul matematic folosit consta în anumite așa-zise pătrate ale numerelor, cunoscute sub denumirea de matrice. Liniile și coloanele acestor matrice erau asociate cu liniile de radiație în spectrul unui atom. Altfel spus, nu toate părțile spectrului unui atom sînt alcătuite din linii discrete, astfel încît Born dorea o

teorie care să poată generaliza aceste matrice sau rețele de numere în ceva care să aibă o continuitate comparabilă cu părțile continue ale spectrelor. Era o treabă de mare tehnicitate și conta pe mine să-l ajut.

Nu am de gând să intru aici în tehnica unei lucrări care nu numai că este foarte abstractă, dar, într-o anumită măsură, n-a constituit decît o etapă de tranziție în teoria cuantelor. Este suficient să spun că aveam la îndemînă generalizarea matricelor în forma cunoscută sub denumirea de operatori. Born avea destule temeri în ceea ce privește temeinicia metodei mele și se tot întreba dacă Hilbert va aproba matematica mea. Hilbert a aprobat-o și, de atunci, operatorii au rămas o parte esențială a teoriei cuantelor. Cam în aceeași vreme, ei au fost introduși în Anglia printr-o lucrare independentă a lui Paul Dirac. Apoi, ei s-au dovedit utili pentru stabilirea legăturii dintre teoria lui Heisenberg și o altă formă a mecanicii cuantice, care fusese tocmai propusă la Viena de Erwin Schrödinger.

De atunci, mecanica cuantică a intrat într-o fază activă de dezvoltare, în cadrul căreia tineri ca Heisenberg însuși, Dirac, Wolfgang Pauli și John von Neumann făceau descoperiri noi aproape zi de zi. Această atmosferă febrilă nu era o atmosferă în care să mă fi simțit bine și nici nu am considerat că ar fi necesar să intervin într-un domeniu care încăpuse pe mîini atît de competente. Mă gîndisem eu că filozofia legată de vechiul meu studiu asupra mișcării browniene ar putea fi exploatată în mecanica cuantică, dar rezolvarea dificultăților care mă preocupau și tipul de probleme pentru care metoda mea era utilă nu aveau să devină actuale decît după douăzeci de ani. Am revenit la acest domeniu în ultimul deceniu, împreună cu Armand Siegel de la Universitatea din Boston, și sper că acum, în sfîrșit, voi avea de spus ceva util care nu a mai fost spus de alții.

În legătură cu toate aceste lucrări din trecut și din viitor trebuie să amintesc — și cititorul nu trebuie să uite — că sarcina fizicii în zilele noastre nu este de a dezvolta noi și noi rafinamente ale unei teorii exis-

tente, ale cărei trăsături esențiale sînt bine cunoscute. În prezent, fizica este o masă de teorii parțiale pe care nimeni nu a fost în stare să le armonizeze într-un mod cu adevărat consistent și clar. S-a spus, pe bună dreptate, că fizicianul modern este un teoretician al cuantelor luna, miercurea și vinerea și un cercetător al teoriei relativității generale marțea, joia și sîmbăta. Duminică, fizicianul nu este nici una, nici alta și se roagă lui Dumnezeu ca cineva, de preferință el însuși, să găsească posibilitatea de a reconcilia aceste două puncte de vedere.

ÎN EUROPA CA BURSIER AL FUNDAȚIEI GUGGENHEIM, CĂLĂTORIND ÎMPREUNĂ CU ȚINĂRA MEA SOȚIE

În ultimii câțiva ani, întâlnirile dintre Margaret și mine deveniseră prea intermitente ca să ne satisfacă. Activitatea ei didactică și obligațiile ei față de familie o mențineau tot timpul ocupată. În ce mă privește, poziția mea nu era încă suficient de sigură pentru a-mi putea asuma obligațiile unui cap de familie. Recunoașterea de care începusem să mă bucur în Germania, precum și îmbunătățirea statutului financiar la M.I.T. care i-a urmat mi-au permis pentru prima oară să mă gîndesc la posibilitatea unei căsătorii. Margaret veni să mă vadă de Crăciun. Am cerut-o din nou în căsătorie și am fost acceptat. Ne-am decis să ne căsătorim și să considerăm voiajul în Europa drept luna de miere.

Au survenit însă dificultăți de amănunt. Era planificat ca eu să sosesc la Göttingen în aprilie, pentru semestrul de vară, iar în acea perioadă Margaret mai avea să fie ocupată cu predarea limbilor moderne la Colegiul Juniata din Pennsylvania. Ea nu voia să-și dea demisia din slujbă cu două luni înainte de sfîrșitul anului școlar. Un timp ne-am gîndit să ne căsătorim în Europa, dar am constatat că formalitățile birocratice făceau acest procedeu practic imposibil. La un moment dat ne-am gîndit la o căsătorie la o ambasadă americană sau la o căsătorie pe mare, oficiată de căpitanul unei nave americane. Dar și acestea erau legate de dificultăți serioase. În cele din urmă, a trebuit să admitem că singurul lucru practic și rezonabil

era să ne căsătorim în Statele Unite chiar în ajunul voiajului meu, iar Margaret să revină la munca ei didactică, urmînd ca în cursul verii să vină la mine în Europa.

Margaret părăsi Bostonul, plecînd la Juniata. Între timp, eu fiind foarte ocupat, abia eram în stare să mă gîndesc la noile probleme puse de căsătorie și călătorie. Mă întîlneam pe atunci cu multă lume și curînd după Crăciun familia Born a invitat un grup de prieteni la dînșii acasă pentru a ne arăta un nou trenuleț electric pe care îl cumpăraseră în Germania pentru copiii lor. Era acolo un grup de oameni de știință și ingineri electricieni : Vannevar Bush, care în prezent conduce Institutul Carnegie din Washington, Manuel Sandoval Vallarta, tînărul care mă ajutase să-mi traduc articolul în limba franceză, în prezent ministru adjunct al învățămîntului în Mexic, anterior profesor de fizică la M.I.T., și mulți alții ale căror nume au devenit bine cunoscute în cercurile celor care se ocupă cu electricitatea. Cînd trenul a fost montat pentru prezentare și a fost întors comutatorul, transformatorul s-a încins și s-a ars. A trecut o bună bucată de timp pînă ce talentele noastre inginerești unite au fost în stare să diagnosticheze cauza. Cartierul respectiv din Boston avea curent continuu, cu care nici un transformator nu poate funcționa.

Pe vremea aceea eram în relații de lucru foarte strînse cu Vannevar Bush. Acesta prezentase deja cîteva dintre diferitele forme de mașini de calcul electric care mai tîrziu l-au făcut renumit. Din cînd în cînd, el îmi cerea sfatul, iar eu încercam să fac ce pot în proiectarea aparaturii de calcul pe propriul meu risc.

Am vorbit deja despre lucrările mele de analiză armonică, care chiar în perioada aceea mi se păreau a fi orientate direct spre realizări practice importante. De atunci, aceste aplicații s-au realizat, după cum voi arăta mai tîrziu, dar analiza armonică generalizată continuă să fie și în prezent o parte importantă a operei mele.

Odată, cînd m-am dus să văd un spectacol la vechiul Copley Theatre, mi-a venit în minte o idee care nu

m-a mai lăsat să urmăresc acțiunea de pe scenă. Era vorba de o mașină de calcul optic pentru analiza armonică. Învățasem deja să nu disprețuiesc aceste idei întâmplătoare, indiferent de momentul cînd îmi veneau ; am părăsit de îndată teatrul pentru a pune la punct unele amănunte ale noului meu proiect. A doua zi l-am consultat pe Bush.

Ideea era bună și ne-am asociat pentru a încerca să-i dăm o formă în care să poată funcționa. În această privință, contribuția mea era în întregime intelectuală, căci eu sînt omul cel mai stîngaci din lume și nu pot nici măcar să leg cumsecade două fire astfel încît ele să facă un contact satisfăcător. Bush, printre altele, este unul dintre cei mai mari constructori de aparatură pe care i-a văzut vreodată America și el gîndește cu mîinile sale la fel de bine ca și cu creierul său. Astfel, încercările noastre de a construi un nou gen de analizator armonic au fost încununate în curînd de un succes rezonabil, iar ulterior ele au dus la succese și mai mari.

În sfîrșit, a sosit primăvara și mă pregăteam să plec în Germania. Eram într-o stare de euforie la gîndul a ceea ce consideram a fi, pentru prima oară, o recunoaștere adevărată și mă tem că am vorbit despre aceasta gazetarilor mai mult decît era strict necesar. Aveam sentimentul că acum am scăpat de presiunea și indiferența lui Birkhoff și Veblen. Eram dornic să încep a-mi îndeplini obligațiile impuse de noua mea poziție și trebuie să fi fost un tînăr nesuferit, fanfaron și plin de sine.

Margaret și cu mine ne-am căsătorit în casa parohială a bisericii luterane din Philadelphia. Am plecat pentru cîteva zile la Atlantic City — ca un aconto asupra lunii de miere — iar apoi ne-am despărțit din nou pentru cîteva luni, pînă ce Margaret își va fi îndeplinit îndatoririle ei de la Juniata. Ea m-a însoțit la vapor la New York. Hotelul la care am dus-o la New York era vechiul „Murray Hill Hotel“, care timp de mulți ani fusese cartierul general al întrunirilor Societății americane de matematică și care era un mazuzeu sumbru, cu marmură și porfir, cum era la modă pe vremuri, și locuit aproape exclusiv de doamne bă-

trîne aureolate de spiritul nu prea vesel din ultimul deceniu al veacului trecut.

După acest episod deprimant am dus-o pe Margaret la teatru. Am avut un ghinion teribil, se jucau *Strigoii* lui Ibsen, cea mai sumbră dintre piesele acestui sumbru autor dramatic. Aceste lucruri n-ar fi avut vreo importanță prea mare dacă ele ar fi fost doar niște mici episoade într-o lună de miere prelungită, dar ca un preludiu la o separare de mai multe luni desigur că au avut un efect devastator pentru liniștea sufletească a soției mele.

Am ajuns în Anglia în Devonshire, unde primăvara se instalase deja, iar primulele erau în plină floare. După ce l-am vizitat pe Hardy la Oxford, unde el devenise acum profesor, am plecat la Göttingen și mi-am luat cameră la gazda mea de pe vremea studenției.

Am menționat deja numele lui Richard Courant, tânărul matematician căruia, după moartea lui Felix Klein, i-a revenit mantia administrativă de papă la Göttingen. Courant, care fusese amabil cu mine în timpul vizitei mele anterioare la Göttingen, devenise acum întrucîtva ostil. Lista bursierilor Fundației Guggenheim apăruse în presa americană și, după cum am mai spus, în America am comentat cam prea mult în public voiajul pe care urma să-l fac. Am dat un interviu care a bătut la ochi Institutului America din Berlin și cu acest prilej a fost dezgropată înversunata atitudine antigermană a tatălui meu din timpul primului război mondial.

Deși nazismul n-a devenit oficial în Germania decît în 1932, un puternic și tenace curent naționalist căpătase deja acolo o mare amploare și începuse să terorizeze elementele mai liberale din universități. Aceste universități erau, bineînțeles, instituții de stat și ca atare expuse presiunii șovine. Tocmai atunci, Courant voia foarte mult să obțină bunăvoința Statelor Unite. Fundația Rockefeller manifesta un interes viu pentru activitatea științifică din Europa. În ceea ce privește matematica, Fundația alesese Universitatea din Göttingen ca prim obiect al filantropiei sale. Această alegere era firească și bine făcută, deoarece pe atunci Göttingen deținea incontestabil unul din primele locuri

printre marile centre din lumea matematicii. Mai târziu, în același an, Birkhoff urma să viziteze Göttingenul și să întocmească un raport detaliat referitor la proiectul unui institut matematic îmbunătățit și extins.

Nu-l invidiam pe Courant și dificila lui poziție, căci se afla între ciocan și nicovală. Dar eu am fost acela care am resimțit mai puternic această situație neplăcută.

Am rămas la Göttingen nici cal, nici măgar. Umi-lirea m-a împins la capătul răbdării. În parte, ca o consecință a acestui fapt, prelegerile mele s-au bucurat de mai puțin succes decît aș fi dorit, atît ca exemple de cercetare matematică cît și ca prelegeri în limba germană. Fără îndoială că m-aș fi prăbușit sufletește fără devotamentul cîtorva prietenj americani și englezi, care m-au îmbărbătat în momentele mele de depresiune, au făcut lungi plimbări cu mine și veneau la orele mele de curs într-o vreme cînd aproape toți studenții și docenții germani le părăsiseră, considerîndu-le ca o pierdere de vreme.

Printre prietenii americani, cel mai de nădejde era J. R. Kline, un german din Pennsylvania care, cîțiva ani mai târziu, avea să devină secretarul Societății americane de matematică și conducătorul secției de matematică a Universității Pennsylvania. El se afla la Göttingen împreună cu soția și cu băiețelul lui; ei mă considerau aproape ca un membru al familiei pînă ce sosi Margaret, eliberîndu-i de această povară.

Dintre prietenii mei englezi, cel mai apropiat era A. E. Ingham, pe atunci profesor la Universitatea din Leeds, iar mai târziu membru în conducerea colegiului King din Cambridge. Ingham era un om rezervat, aproape timid, care începuse deja lucrările sale remarcabile în teoria numerelor. Lui Ingham îi datorez faptul că am apucat în știință o cale care m-a dus la multe din cele mai bune rezultate ale mele.

În unele părți ale teoriei mele a analizei armonice generalizate eram cît pe-aci să ajung la un rezultat, dar nu reușisem să duc lucrurile la bun sfîrșit. Aveam nevoie de anumite teoreme și constatam că ceea ce

demonstrez este pe-aproape, dar nu exact ceea ce trebuie. Ingham mi-a atras atenția că multe probleme similare fuseseră rezolvate de Hardy și Littlewood cu ajutorul unei metode denumită de ei metoda teoremei tauberiene. Studiul acestora este o treabă care ține mai degrabă de tehnica matematicianului, iar nu de repertoriul ideilor sale, astfel încît nu voi încerca să le explic cititorilor profani. Este suficient să spun că am inițiat în acest domeniu un nou atac, care a fost încununat cu succes deplin ; nu numai că am reușit să umplu lacuna din lucrările mele anterioare, dar am fost în stare să simplific un domeniu întins din teoria numerelor întregi.

Avînd ca prieteni pe Ingham și Kline, mi-a venit ideea prematură de a reînvia două vechi cluburi din Göttingen, Clubul american și Clubul britanic, care constituiseră centrul vieții mele pe vremea studenției. Kline și cu mine speram să îmbunătățim relațiile germano-americane reînființînd Clubul american. De aceea, ne-am adresat unuia dintre subadministrații universității, cerîndu-i sprijin.

Acest subadministrator s-a dovedit a fi un individ foarte dubios, care ne-a indus în eroare. El ne-a prezentat unui grup de tineri studenți germani la care am descoperit mai tîrziu toate trăsăturile nazismului. Și tot el a avut grijă să asigure o anumită publicitate proiectelor noastre în ziarul local.

Aceasta a atras atenția lui Courant și nu l-a bucurat de loc. Mă așteptasem ca recunoașterea mea la Göttingen să-mi dea posibilitatea de a scăpa de continua presiune ostilă a lui Birkhoff în Statele Unite, însă acum Birkhoff însuși venise la Göttingen. El reprezenta acea Americă al cărei sprijin Courant îl dorea cel mai mult.

Courant se apropiase de mine considerîndu-mă un intermediar prin mijlocirea căruia ar putea să obțină bunăvoința lui Birkhoff. Eu i-am spus că n-am nici un fel de influență asupra lui Birkhoff și că acesta îmi era totalmente ostil. În timpul vizitei lui Birkhoff m-am ținut la distanță. Am considerat că relațiile dintre Birkhoff și Courant constituie o treabă care-i privește pe ei.

Curînd după încheierea cursurilor în Statele Unite, Margaret veni la Göttingen. Eu am întîmpinat-o în portul Le Havre și, după cîteva zile petrecute împreună la Paris și un scurt voiaj în Olanda, am ajuns la Göttingen. Aici a nimerit într-o situație foarte neplăcută și confuză și aceasta trebuie să fi constituit o lovitură puternică pentru o tînră soție care încă nu-și cunoaște bine bărbatul. În afară de sarcina de a mă consola, i-a revenit treaba grea de a pune la punct relațiile de afaceri ale amfitrionului cu noi, atrăgîndu-i atenția asupra responsabilităților ce-i reveneau. Impulsul în care m-am trezit în relațiile cu Courant era atît de mare, încît nu se mai putea face nimic, dar Margaret a încercat tot posibilul pentru a mă ajuta să ameliores situația.

Curînd după sosirea noastră, am organizat pentru prietenii noștri o masă cam tîrzie de nuntă într-un binecunoscut restaurant din Göttingen, unde chelnerul a făcut tot ce depindea de el pentru a veghea ca vinurile pe care le comandasem să fie veritabile, fără a fi prea costisitoare. El mi-a atras atenția că după prima sticlă musafirii noștri nu vor mai manifesta interes pentru calitatea excepțională a vinurilor comandate de noi și ne-a sfătuit ca pentru al doilea și al treilea rînd să comandăm vinuri mai ieftine. Musafirii noștri ne-au oferit drept cadou de nuntă o față de masă minunată și un set de șervete.

Nu mult după aceea, părinții mei s-au decis să viziteze Europa, parte pentru a se bucura de presupusul meu succes și parte pentru a supraveghea pe tinerii căsătoriți. Astfel, problemele mele irezolvabile au sporit simțitor. Să le povestesc părinților despre afrontul suferit și motivele respective? După cum am mai spus, acest afront se datora în parte opiniilor tatălui meu și faptului că germanii mă identificau cu dînsul. Întotdeauna mi-a venit greu să manifest o înțelepciune prudentă, așa că mi-am dat drumul la gură și i-am povestit tatei cele întîmplate. Bineînțeles, el a fost mult mai lovit de afrontul ce i se făcuse lui personal decît de faptul că mă aflam într-o situație imposibilă. N-a fost de loc o bucurie săptămîna pe care am petrecut-o împreună în Germania și nici nu

i-am putut reține pe tata și pe mama să nu treacă peste capul meu și să nu încerce să trateze direct cu cei de la Göttingen și cu autoritățile germane în materie de învățămînt.

Margaret și cu mine ne-am decis să ne petrecem vacanța de vară în Elveția. Ne-am dus la Bönigen, o suburbie a orașului Interlaken, la un mic hotel unde locuisem cu sora mea Bertha în cursul unui alt voiaj în Europa. Ceva mai tîrziu, familia Kline veni din Göttingen pentru a se întîlni cu noi și s-a stabilit la același hotel. O parte a timpului ne plimbam pe colinele de la poalele Alpilor, iar o altă parte o petreceam jucînd șah cu proprietarul nostru, un prietenos negustor de vinuri, cu care eram în termenii cei mai buni. Dar, deodată, șederea noastră la Bönigen s-a încheiat, fiindcă am fost convocați în mod autoritar de părinții mei, care își petreceau vacanța la Innsbruck, în Tirol.

Margaret și cu mine aveam nevoie de această perioadă pentru adaptarea la căsătorie, care constă, în primul rînd, într-o mai bună cunoaștere reciprocă și care devine infinit mai dificilă cînd se manifestă vreo încercare de supraveghere. Pe de altă parte, în cursul anilor devenisem prea dependent din punct de vedere afectiv de părinții mei pentru a putea ignora chemarea lor.

Innsbruckul, cu împrejurimile sale, cu micul său teatru și peisajele sale ni s-a părut delicios, dar părinții mei erau într-o stare de spirit ireconciliabilă. Tata insista să scriu un protest imediat și necondiționat către Ministerul Învățămîntului din Prusia. Știam că aceasta nu are rost, căci era cît se poate de clar că tocmai ministrul învățămîntului era adevărata sursă a tuturor dificultăților mele. Din partea mea era o prostie și o slăbiciune să mă supun, dar deprinderile căpătate în timpul anilor nu sînt ușor de învins. Chiar și mai tîrziu a trebuit să treacă mult timp pînă ce Margaret a reușit să creeze în mine un anumit grad de independență în raport cu părinții, în calitate de individ și cap de familie cu propriile mele drepturi.

În sfîrșit, ne-am dus în Italia pentru trei săptămîni de reală lună de miere. La început am petrecut cîtva timp la Bolzano, care fusese italianizat recent, pier-

zîndu-și denumirea anterioară sud-tiroleză de Bozen, și care nu era fericit de această schimbare. Apoi a urmat o scurtă ședere printre crîngurile de măsline prăfuiți de lîngă Lago di Garda.

După aceea am vizitat magicul oraș Veneția, cu renumitele lui căi de apă, cu comorile arhitecturii sale și adorabilul Lido. Această vizită la Veneția ar fi fost o adevărată călătorie de basm dacă n-ar fi fost întu-necată de deprimarea cauzată de experiența mea de la Göttingen.

Nu a fost prea plăcut pentru Margaret să fie confruntată cu problemele unui soț neurastenizat într-un moment deosebit de greu. Situația era agravată de faptul că părinții mei căutaseră să-i ascundă starea în care mă aflu, în loc s-o informeze pe Margaret de adevăratele sarcini care o așteptau mărîtîndu-se cu mine.

De la Veneția ne-am dus la Florența și la Roma. Florența îndeosebi ni s-a părut un oraș de o frumusețe și o distincție de necrezut, pe care le-am putut aprecia în pofida frămîntărilor noastre.

Totuși, sosi momentul cînd trebui să decidem ce facem cu restul de jumătate de an pe care urma să-l petrecem în străinătate. În viitorul imediat ne aștepta întrunirea la Düsseldorf a Asociației germane pentru progresul științei. Apoi, consideram că șederea la Göttingen fusese suficientă și ne-am decis să petrecem restul de timp în Europa, pînă în ianuarie 1927, în atmosfera mai plăcută din Copenhaga. Primisem acordul lui Harald Bohr de a lucra cu el și eram hotărît să pun capăt vizitei la Göttingen.

Am avut o călătorie complicată și obositoare spre Düsseldorf prin Elveția și de-a lungul Rinului. La Düsseldorf am prezentat o comunicare și am stabilit multe contacte noi și agreabile cu oameni de știință germani. Cu acest prilej, am întîlnit un tînr matematician, Robert Schmidt, care era asistent la Universitatea din Kiel. Schmidt publicase o lucrare importantă în legătură cu teoremele tauberiene, care, după cum mi-am dat seama, era strîns legată de propriile mele idei noi. Ne-am decis să ne unim eforturile. În special, el mi-a atras atenția că o teoremă tauberiană

generală de genul celei pe care mă tot sileam s-o demonstrez poate fi deosebit de prețioasă pentru teoria numerelor, și îndeosebi pentru problema distribuției numerelor prime, adică a acelor numere, ca 2, 3, 5, 7, 11, care nu au alți divizori în afară de 1 și ele însele.

La sfârșitul anilor '90 din secolul trecut, doi mari matematicieni, Hadamard și De La Vallée Poussin din Louvain, au reușit să demonstreze că pentru un n mare numărul numerelor prime mai mici decât el este de aproximativ $\frac{n}{\log n}$. Demonstrațiile lor erau

întru totul riguroase și satisfăcătoare, dar oarecum complicate. Teorema lor fusese pe cale de a fi demonstrată cu mulți ani înainte de a fi reușit ei să-i dea demonstrația. Marele matematician german Riemann se apropiase mult de demonstrație în cursul celui de-al treilea sfert al secolului al XIX-lea. Riemann formulase o ipoteză pe care nu era în stare s-o demonstreze, dar care, dacă ar fi fost adevărată, ar fi dat o posibilitate de estimare mai exactă a distribuției numerelor prime.

Pe scurt, vedeam deschisă calea de a-mi utiliza metodele pentru a da o demonstrație mult mai simplă a teoremei cu privire la numerele prime și apoi mai multe demonstrații mai simple. Schmidt mi-a orientat eforturile spre această problemă și tot Schmidt mi-a sugerat că aş putea să confirm sau să resping ipoteza lui Riemann. Dar mi-am dat întotdeauna seama că această problemă dificilă mă depășește.

În timpul vizitei mele la Copenhaga am fost de câteva ori la Schmidt, la Kiel. La început, el era foarte entuziast în legătură cu noua mea metodă, dar treptat a început să-și piardă încrederea în ceea ce făceam. El s-a retras, lăsând lucrarea în întregime pe seama mea. Realitatea era că în stadiul acela existau multe lacune în demonstrațiile mele, dar acestea erau lacune foarte ușor de completat. Schmidt mi-a făcut în fond un mare serviciu abandonând lucrările mele, deoarece mi-a redat controlul asupra unei cercetări care, deși n-a fost cea mai bună din realizările mele de până atunci, a fost totuși una dintre cele mai bune și mi-a

adus un prestigiu mai mare decît tot ce am făcut anterior.

La întrunirea de la Düsseldorf venise și Courant; el a încercat să mă aducă înapoi la Göttingen pentru încă un semestru. I-am spus că nu văd nici un sens în aceasta. Margaret și cu mine am făcut un scurt voiaj în Belgia, de unde am luat trenul spre Copenhaga, călătoria fiind îngrozitor de obositoare.

Pentru a ajunge la Copenhaga cu trenul, era pe atunci necesar să se ia feribotul de la Warnemünde la Gjedser. Am călătorit cu clasa a treia și am petrecut o noapte neplăcută în sala de mese a clasei a treia, cu pereții zugrăviți în roșu. Este un loc nimerit pentru a reflecta la toate păcatele din trecut și la toate ocaziile de care n-ai știut să te folosești. Dormind agitat, pasagerii se înghesuiau unul în altul, iar lanternele jucau, aruncînd pe podea umbre care se schimbau în tact cu mișcările vasului și cu vibrația grinzilor.

Cînd am ajuns la Copenhaga, eram rupți de oboseală și am dormit o zi întreagă. Apoi m-am dus la Harald Bohr și m-am pregătit pentru cîteva luni de cercetare. I-am vizitat de multe ori pe frații Bohr. Îmi amintesc că în apartamentul unuia dintre ei, cred că al lui Niels, era o placă pe care era reprodusă imaginea celor doi frați de pe vremea copilăriei. Aveau o înfățișare incontestabil țărănească, pe care au pierdut-o în cursul anilor. Una dintre vizitatoarele permanente ale acestei case, o doamnă care era profesoară de limbi clasice la Universitatea din Copenhaga și fuma neconținut țigări de foi negre, ne-a povestit cum a compătimit-o unul dintre prietenii familiei pe doamna Bohr constatînd că are doi băieți atît de nereușiți. Dacă te gîndești că, datorită meritelor sale științifice, Niels Bohr a devenit un erou național al Danemarcei și locuiește în palatul donat de una din marile fabrici de bere din Copenhaga, iar Harald Bohr este, fără îndoială, cel mai mare matematician care a trăit vreodată în Danemarca, această poveste pare, acum cel puțin, ridicolă.

Copenhaga este un oraș încîntător, care îmbină atracțiile intelectuale ale unei metropole cu intimitatea unui mic orășel. În lumea intelectuală, toți se cunosc și

aceasta creează o atmosferă de prietenie care domină întreaga viață.

Frații Bohr erau foarte amabili cu noi, ca și colegul lor, profesorul Norlund, pe care îl întâlnisem deja la Strasbourg. Norlund era un bărbat înalt și chipeș, cu barbă, care pornise de la lucrări de matematică pură și ajunsese conducătorul serviciului de geodezie din Groenlanda; casa sa era frecventată de asprii căpitani de vapoare arctice. Doamna Norlund își păstrase frumusețea, care mă impresionase atât de mult la Strasbourg. Ea era deosebit de cordială cu noi. Ne-am hotărît să învățăm limba daneză și am luat lecții cu un profesor de liceu care locuise cîțva timp în Statele Unite. Doamna Norlund a completat instrucția noastră daneză citind împreună cu noi poveștile lui Andersen în original. Frumusețea acestor basme în limba daneză, intimă și dulce, a fost pusă în valoare de maniera fermecătoare în care le citea ea.

Îa afară de lucrările mele în legătură cu teoremele tauberiene și teoria numerelor, am abordat la Copenhaga unul sau două puncte noi în analiza armonică. După zarva de la Göttingen, Copenhaga era o oază și un refugiu.

Am menționat deja că am părăsit Copenhaga pentru o scurtă călătorie în Germania, unde soția mea și-a vizitat neamurile, iar eu am lucrat cu Robert Schmidt. Cînd ne-am întors, era tocmai în toi Crăciunul danez și perioada sărbătorilor de Anul nou. Două săptămîni sînt consacrate numai petrecerilor, iar mulțimile forfolesc cu încîntare pe străzile strîmte, înțesate de magazine din Stroget.

Acum sosise vremea să ne întoarcem în Statele Unite. Am luat ruta prin Anglia. Margaret și cu mine am preluat camera unor prieteni americani ai ei care studiaseră la Londra. Pentru mine, iarna blîndă a fost un prilej excelent de a discuta cu Hardy despre lucrările mele și a profita de criticile lui. Apoi, după o călătorie calmă, de iarnă, ne-am întors în Statele Unite și am petrecut o zi sau două împreună cu sora mea Constance înainte de a ne apuca să căutăm locuință.

.

1927—1931. ANI DE DEZVOLTARE ȘI PROGRES

Am locuit cîteva zile împreună cu sora mea pe Pleasant Street, în Belmont, unde bîntuise un viscol puternic tocmai în ajunul sosirii noastre. Îmi amintesc cît de calmant acționa asupra mea scîrțîitul înăbușit al zăpezii sub lanțurile grele ale mașinilor. Apoi am început să căutăm o locuință. Am găsit un apartament foarte aproape de Arlington Line. Am început să mă adaptez cu greu la treburile casnice ale unui om căsătorit, pentru care nu aveam nici o aptitudine. Treptat, am obținut unele succese ca fochist și ștergător de praf, dar n-am ajuns niciodată să-mi însușesc aceste indeletniciri ca pe o meserie.

Dirk Jan Struik, un matematician olandez pe care îl întîlnisem la Göttingen și care acum fusese numit la M.I.T., venise cu cîteva luni înainte și se cufundase în munca sa. El s-a familiarizat curînd cu atmosfera secției noastre, iar eu am început să studiez domeniul său : geometria diferențială. Am pornit să lucrăm împreună, încercînd să aplicăm ideile sale la ecuațiile diferențiale și, în special, la ecuația lui Schrödinger din teoria cuantelor. Ne aflam în afara liniei principale a progresului, dar am obținut unele teoreme interesante. Lucrarea noastră n-a fost dintre acelea care provoacă senzație în literatura de specialitate, dar a fost dintre acelea care sînt redescoperite după mulți ani și prezintă un interes permanent, deși limitat.

Ne-am petrecut vara împreună cu familia Struik în orașelul nostru drag Sandwich din New Hampshire.

Am folosit drept cartier general o pensiune pe care o cunoșteam de mult. Margaret era gravidă și suferea mult din cauza unei eczeme, astfel încât n-a putut să ne însoțească pe mine și pe Struik în plimbările noastre. În schimb, Struik și cu mine am urcat toți munții din împrejurimi și am făcut împreună o excursie mai lungă la Presidentials. De aici ne-am întors cu bărbi mari. Struik și-a ras de îndată barba, care îl făcea să semene cu unul din portretele lui Rembrandt. Iar Margaret a pornit s-o taie pe a mea treptat-treptat, pînă ce a ajuns la dimensiunile bărbii pe care continuu să o port și în prezent.

Printre vecinii de acolo aveam mulți prieteni. Între aceștia, Clare George, o fată bătrînă, bogată și excentrică, care se comporta ca un bărbat, purtînd pantaloni într-o perioadă cînd aceasta nu era încă la modă în rîndul femeilor, și fuma pe ascuns atunci cînd rămînea singură cu soția mea. Ne întâlneam adesea cu ea la prietenii noștri Corliss. Louis Corliss era un inginer absolvent al Universității Cornell care în tinerețe a lucrat pentru firma Sperry Gyroscope, pînă ce un șir de decese în familie și starea proastă a sănătății sale, datorită surmenajului, l-au determinat să opteze pentru viața de fermier pe domeniul familiei sale, părăsind complicațiile meșeriei de inginer și ale vieții industriale moderne. Era văduv și locuia împreună cu bunica și mama lui. Întreaga familie a fost foarte drăguță cu noi și se numără printre prietenii noștri cei mai apropiați. Bunica lui Corliss a murit acum circa douăzeci de ani și Corliss s-a recăsătorit cu infirmiera care a îngrijit-o în ultima ei perioadă. Fiica lor, Janet Corliss, a devenit secretara mea de încredere în timpul lunilor de vară și m-a ajutat la redactarea manuscrisului de față.

Clare George și mama lui Louis Corliss și-au dat seama că îmi place regiunea Sandwich și că Margaret începea s-o iubească tot atît de mult. Margaret și cu mine doream ca viitorii noștri copii să se bucure de avantajele vieții de la țară, de care am avut parte fiecare dintre noi, într-un fel sau altul. Prietenii noștri s-au ocupat să ne caute în vecinătate o locuință de vară convenabilă. Au reușit să găsească una, situată pe un dîmb de lîngă șoseaua care duce la lacul Bear

Camp. Casa era goală, dar fusese locuită pînă recent și era în stare bună. Cînd Margaret și cu mine am străbătut potecile neîngrijite și am privit prin geamurile acoperite cu pînze de păianjen în odăile bine proporționate, am știut de îndată că este tocmai ceea ce ne dorisem.

Am aflat numele îngrijitorului casei și al avocatului care se ocupa de proprietate. Regiunea era în declin de la războiul civil încoace și prețul terenurilor ajunsese extrem de scăzut. Suma care ni s-a cerut, chiar dacă nu o puteam plăti imediat, nu depășea ceea ce puteam spera să achităm în cîțiva ani. Am fost amîndoi de acord că această casă este tocmai bună pentru reședința noastră de vară.

Curînd după aceasta, părinții mei au venit să ne viziteze la pensiunea noastră. Le-am arătat casa de la țară pe care ne gîndeam s-o cumpărăm și ei s-au entuziasmat și chiar ne-au ajutat să o achiziționăm. De atunci, vacanțele noastre în White Mountains au însemnat pentru noi tocmai acea relaxare de care avem nevoie după viața încordată de la M.I.T., precum și ocazia de a da copiilor noștri experiența vieții la țară și libertatea de viață pe care o considerăm dreptul legitim al fiecărui copil.

De fapt, Margaret și cu mine aveam nevoie de această casă tot atît de mult ca și viitorii noștri copii. Predarea în învățămîntul superior este o treabă foarte grea și dacă, pe deasupra, i se adaugă și munca de cercetare, devine de-a dreptul copleșitoare. Cercetarea mea depindea în mare măsură de schimbul liber de idei cu alți oameni de știință. Dar întotdeauna vine un timp, după încheierea etapei preliminare, cînd trebuie să-mi concentrez atenția mai ales asupra expunerii ideilor într-o formă cît mai concisă și mai pe înțeles. Eu scriu cel mai bine atunci cînd nimic nu mă distrage și cînd viața este o simplă alternare de efort intelectual concentrat și satisfacții simple, neintelectuale : plimbări, întîlniri cu prietenii mei nematematici, înot și plajă pe malul apei.

Mulți cred că lungă vacanță de vară a celor care predau în învățămîntul superior este un fel de lux acordat intelectualului pentru a compensa salariul său

mai mic și poziția sa mai coborîță pe scara americană a valorilor sociale. Nimic mai inexact. Munca de cercetare intensă obosește peste măsură și, fără o posibilitate de odihnă amplă și tot atît de intensă, calitatea cercetării se va reduce tot mai mult.

Nu vreau să spun prin aceasta că numai intelectualii ar avea nevoie de vacanțe lungi. Am toată certitudinea că presiunea continuă a muncii industriale și concediile prea scurte sînt de vină pentru faptul că cei mai buni dintre oamenii noștri care lucrează în industrie îmbătrînesc atît de repede. Această situație a devenit deosebit de acută de la război încoace, căci noi am muncit considerînd că în perioadele de încordare relaxarea este un fel de trădare. Sînt convins că politica noastră de tensiune continuă este nebunească și că ea epuizează cele mai bune dintre resursele noastre umane.

Fiica mea mai mare, Barbara, s-a născut în cursul anului universitar următor, 1927—1928 ; am început să fiu un ucenic foarte stîngaci în arta de a îngriji copiii și de a înălța noile noastre pavilioane, scutecele ude.

În vara următoare ne-am mutat în noua noastră proprietate de la țară împreună cu noul nostru copil. Tata mi-a dat mașina sa Model T veche și uzată și a făcut cîteva drumuri cu mine pentru a aduce mobila necesară. Pe atunci, locuința era fără telefon, fără electricitate și chiar fără sobă de bucătărie. Mîncarea pentru Barbăra o făceam direct deasupra focului din șemineu și tot acolo improvizam ceva și pentru noi, pînă ce am găsit o plită cu două ochiuri de mîna a doua, care funcționa cu gaz. Apă curentă nu avem nici acum, dar o înlocuim destul de bine cu o pompă refulantă și o cisternă.

Obișnuiam să luăm copilul pe malul lacului Bear Camp, unde Barbara, ca și a doua noastră fiică, Peggy, a crescut practic în apă. Plaja era semipublică și frecventată de un mare număr de vecini cu copii de toate vîrstele. I-am obișnuit pe acești copii cu excursii lungi în munți, iar acum, cînd vin la plajă, mă întîlnesc cu copiii acestor copii.

În vara aceea am avut ca musafiri familia Kline. Ei erau încîntați de regiune și, în cele din urmă, s-au decis la început să închirieze și apoi să cumpere aici o

vilă pentru vară. Am spus că, pe vremea cînd am cumpărat casa, regiunea era într-un stadiu economic foarte înapoiat. Din punct de vedere agricol, situația s-a mai înrăutățit de atunci probabil, dar regiunea a devenit un loc de repaus estival foarte îndrăgit pentru un grup de oameni din clasa mijlocie, printre care multe cadre universitare, cu care aveam multe afinități. De fapt, unii dintre aceștia au ieșit între timp la pensie și-și petrec o mare parte a anului în aceste împrejurimi odihnitoare. În prezent ar fi ușor să se recruteze aici personalul unei universități destul de bune, fără a aduce pentru aceasta pe cineva din afară.

Poziția mea de om de știință s-a îmbunătățit repede. Noul meu statut de om căsătorit a potolit parțial ostilitatea cu care fusesem primit în cercurile matematice. Totuși, numeroase bariere erau încă în picioare. Birkhoff ridicase prejudecățile sale la rang de principiu și a avut grijă ca numeroase oferte de posturi universitare care mi-ar fi putut fi adresate să ia altă direcție. Aceasta era pentru mine o pierdere serioasă, întrucît pe atunci situația generală a profesorilor de la colegiile americane se îmbunătățea în ansamblu considerabil; majoritatea colegilor mei începeau chiar să pună ceva deoparte pentru bătrînețe. Cu toată absența ofertelor din afară, eu continuam să avansez, dar este indubitabil că existența unor asemenea oferte ar fi îmbunătățit poziția mea într-un fel sau altul.

Deoarece nu puteam spera să-mi ameliores poziția pe o cale normală în America, am început să mă gîndesc să caut ceva în altă parte. Universitățile britanice și universitățile din coloniile britanice funcționează ținînd seama de următoarea prevedere legală: dacă apare un post liber, el trebuie anunțat și cererile tuturor candidaților trebuie luate în considerare, cel puțin formal. Această cerință nu este respectată întotdeauna și în multe cazuri se ia o decizie înainte de a se anunța postul vacant. Asemenea anunțuri apar în ultimele pagini ale revistei *Nature* și ale altor publicații științifice britanice. Parcurgînd unele din ele, mi-am oferit serviciile către King's College din Londra și unei instituții de învățămînt din Australia, dar, bineînțeles, fără rezultat. Totuși, faptul evident că încercasem să

fac ceva pentru a-mi îmbunătăți poziția mi-a fost de mare folos pentru avansarea mea la M.I.T.

Cam în acea vreme a avut loc la Amherst întrunirea de vară a Societății americane de matematică. Margaret a venit cu mine și amîndoi ne-am amuzat foarte bine cu această ocazie. Pentru mine a fost important că m-am văzut des cu prietenul meu J. D. Tamarkin, pe care îl cunoscusem la Göttingen ; el părea impresionat favorabil de cercetările mele. A devenit un susținător entuziast și sincer al meu și datorită lui mai mult decît oricui altuia recunoașterea mea în America a început să ia amploare.

Tamarkin era un matematician strălucit, care își începuse cariera înainte de primul război mondial, cînd în Rusia viața era foarte plăcută pentru cei situați deasupra clasei mijlocii. În America, el încerca să trăiască tot pe picior mare și cu aceleași deprinderi de ospitalitate pe care le apucase în copilărie. Fusesse bine primit de profesorul R. G. D. Richardson la Brown University. Exigențele matematice ale lui Tamarkin erau foarte mari, iar el a apreciat lucrările mele într-un timp cînd nimeni dintre cei de tradiție pur americană n-a făcut mare caz de ele.

În cursul acestor ani, Hardy a făcut un șir de vizite în Statele Unite. Și lui i-au plăcut mult lucrările mele ; datorită lui și lui Tamarkin am început să mă bucur de considerație în țara mea, dar nu pot uita de loc că oamenii cărora le datorez în cea mai mare parte recunoașterea mea nu au fost americani.

Anii dintre călătoria mea din 1926 și cea din 1931--1932 au fost anii prosperității din timpul președinției lui Coolidge, urmați de ani de depresiune. Chiar și în viața noastră academică, relativ ferită, am simțit puternica influență a ambelor faze din viața națională și mondială. După cum am mai spus, salariile de la Harvard au crescut în cursul anilor de prosperitate într-o măsură foarte mare și, deși la M.I.T. salariile rămăseseră în urmă, totuși, mulți se așteptau ca ele să crească treptat, dacă nu chiar pînă la nivelul celor de la Harvard, cel puțin pînă pe aproape. În consecință, mulți dintre colegii mei de la ambele instituții vorbeau despre afaceri de bursă și se comportau ca niște

capitaliști. Era imposibil să se adune la un loc cinci profesori de colegiu fără a începe de îndată o evaluare comparativă a celor mai cunoscute acțiuni ale zilei. Unul sau doi dintre colegii mei mai tineri acordau mai multă atenție cursului investițiilor lor decât lucrărilor lor științifice.

Eu unul niciodată nu am avut o încredere deplină în conjunctură, deși îmi dădeam bine seama de consecințele ei asupra vieții noastre. Prea multe valori erau valori de hîrtie, iar eu le vedeam încă de pe atunci evaporîndu-se peste noapte. Fermierii au pornit să crească vulpi argintii, deși orice semn de criză i-ar fi lipsit de o piață de desfacere. Unii dintre colegii mei au încercat să-și suplimenteze veniturile crescînd cîini de rasă exotică și pisici siameze, deși era cu totul evident că-i amenință același pericol. Tot mitul prosperității a făcut să crească prețurile la terenuri în Florida, a stîrnit voga pentru sticla Steuben și mobila antică. Noi nu am avut niciodată suficienți bani pentru a ne vîri în asemenea afaceri și, sincer vorbind, eu nici n-am simțit tentația. Astfel eram pregătit ca conjunctura să se încheie printr-un crah, în care scăderea cursului la o mulțime de acțiuni avea să determine eșecul unei structuri întregi care înflorise ca un laur vi-guros.

Paralel cu creșterea interesului pentru hîrțiile de valoare a apărut un șir întreg de valori morale tot atît de amăgitoare. Am fost uimit și indignat de felul în care o mare revistă cu audiență națională și-a pus coloanele la dispoziție pentru panegiricul regelui suedez al chibriturilor, Ivar Kreuger. Eram mai puțin dispus însă să accept asemenea valori morale în cercurile academice. Aș fi vrut să vină depresiunea cît mai repede, înainte de a se ajunge la dezastrul care urmează, de regulă, după ce plesnește balonul de săpun al conjuncturii. Conversînd despre toate acestea cu bunul meu prieten Phillips, am fost surprins de faptul că, în ciuda scepticismului său congenital și a inteligenței sale, el era optimist, sperînd că conjunctura favorabilă va continua. Aici a jucat, probabil, un rol faptul că în tinerețe el a trăit multă vreme în Sudul ruinat după războiul civil și se temea de repetarea unei ase-

menea perioade. Într-o mare măsură optimismul său se datora necesității de a-și potoli propriile temeri, dar, în orice caz, el nu a împărtășit speranța mea că o depresiune moderată ne-ar învăța să apreciem ideile adânci și faptele nobile și nu numai vacile grase. Când a venit criza, am văzut că el avusese dreptate atunci când se temea că crahul va distruge nu numai valorile comerciale, dar și pe cele morale.

Criza a afectat pe fiecare, dar noi, universitarii, am fost pentru un timp feriți de efectele ei. Într-o anumită măsură, prețurile au scăzut și, deși așteptările noastre în ceea ce privește creșterea rapidă a salariilor s-au spulberat întru totul, mulți dintre noi, printre care și eu, am fost definitivați în posturi iar cei care nu posedau această certitudine aveau cel puțin speranța, care nu e atît de ușor de stîrpit. În orice caz, noi nu am fost atinși de epidemia de sinucideri care a cuprins pe oamenii de afaceri, iar ferestrele etajelor de sus nu au constituit pentru noi o tentație deosebită.

Un profesor universitar care se interesează realmente de munca sa este în mare măsură izolat de vicisitudinile lumii din jurul său. În prezent, când știința constituie o țintă a atacurilor generale, iar mulți dintre noi au îndoieli serioase asupra viabilității reale a civilizației noastre, azilul oferit de poziția noastră izolată se spulberă în mare măsură.

În vremea aceea — sfîrșitul anilor '20 și începutul anilor '30 —, deși mă încercau îndoieli în multe privințe, nu aveam însă dubii fundamentale în privința posibilității ca lumea în care trăim să se însănătoșească pentru o perioadă lungă. Astfel, cazul lui Sacco și Vanzetti, conjunctura artificială și depresiunea aproape tot atît de artificială care i-a urmat ne-au silit să ne retragem tot mai mult în noi înșine și să ne afundăm în activitatea noastră reală : munca științifică.

Treaba mea, după cum consideram pe vremea aceea, era să mă ocup cu cercetarea și cu inițierea studenților apți pentru cercetare într-o activitate științifică independentă. Pe măsură ce au început să crească numărul lucrărilor mele și reputația mea, am început să am doctoranzi. Fiul unuia dintre profesorii de la M.I.T. făcea muncă de cercetare la catedra de matematică de la

Harvard și, pregătindu-și lucrarea de doctorat, dorea să lucreze cu mine. S-a găsit posibilitatea de a face un aranjament între cele două catedre, astfel încât el să-și capete titlul la Harvard și, cu toate acestea, eu să fiu conducătorul său științific.

Primul care a scris o teză de doctorat sub conducerea mea la M.I.T. a fost tânărul Carl Muckenhoupt. I-am dat o temă din teoria funcțiilor aproape periodice a lui Harald Bohr. Aceste funcții au fost studiate de Bohr ca entități matematice pur abstracte, dar eu consideram că ele pot fi folosite ca un instrument eficient în studiul calitativ și chiar numeric al problemelor de vibrație. Teza lui Muckenhoupt a reprezentat o nouă legătură în sinteza dintre matematica pură și cea aplicată, pe care o koncepeam drept misiunea mea.

Oricât de importantă ar fi fost lucrarea lui Muckenhoupt pentru dezvoltarea mea, au existat, totuși, două lucrări care au venit ceva mai târziu și s-au dovedit a fi chiar mai importante. Acestea sînt teze de doctorat care, printr-o coincidență stranie, au fost întocmite sub conducerea mea de doi studenți din Extremul Orient. Unul era chinezul Yuk Wing Lee, celălalt japonezul Shikao Ikehara.

Felul în care am ajuns să mă întîlnesc cu Lee este interesant. Prietenul meu olandez Struik și-a găsit un serviciu de vară în laboratoarele societății Bell Telephone în domeniul analizei circuitelor electrice. Aceasta m-a făcut imediat să mă gîndesc dacă nu cumva s-ar putea aborda același domeniu în mod diferit cu ajutorul seriilor Fourier. După o examinare mai amănunțită, ideea a continuat să mi se pară bună și l-am întrebat pe Vannevar Bush dacă nu cumva poate să-mi recomande un student capabil care vrea să devină inginer electrician și să-și elaboreze teza sub conducerea mea. El a fost bucuros de ofertă și mi l-a propus pe Lee, care pe atunci locuia în casa parohială a uneia dintre bisericile din Boston. Lee a acceptat cu dragă inimă și am pornit să lucrăm împreună.

Lee și cu mine sîntem colegi în știință de peste un sfert de veac. De la început, tenacitatea și judecata sa au furnizat exact echilibrul de care aveam nevoie. Prima mea idee, a unui lanț corector reglabil, ar fi pu-

tut sta în picioare, dar cu prețul unei mari risipe de elemente. Lee a reușit să pună pe fiecare din ele să execute mai multe funcții simultan și, datorită îndemînării sale inginerești, construcția greoaie s-a transformat într-un dispozitiv economic și elegant.

Tot Lee a fost acela care a găsit un cumpărător potențial pentru invenția noastră în persoana unei societăți de cercetare avînd legături cu industria cinematografică. Și, mai ales, Lee a fost acela care s-a dus la Long Island City, unde a petrecut multe luni de muncă migăloasă pentru perfecționarea aparatului nostru, recalculînd dimensiunile pieselor și construind un model ce funcționa bine, și a atins pentru prima oară gradul de precizie la care am prevăzut că va ajunge. Toate problemele comercializării invenției i-au revenit de asemenea lui.

Incontestabil, timpurile de pe atunci erau grele pentru aspectul electric al industriei cinematografice, aspect care recent începuse să-și croiască drum pentru a rezolva problemele filmului sonor. Societatea n-a putut să utilizeze dispozitivul nostru și a trebuit să ne ocupăm de căutarea unui cumpărător. Tot Lee a găsit pînă la urmă un asemenea client — Bell Telephone Laboratories — și s-a ocupat de toate formalitățile plicticoase legate de procedura de patentare.

Aici trebuie să menționez că publicul care este interesat de invenții, dar nu are un contact direct cu Oficiul de brevete nu poate să-și facă o idee adecvată despre insuportabila plictiseală de a vedea trecută invenția prin stadiile necesare de expertiză și întocmire a documentației. În primul rînd, nu este vorba numai să patentezi o invenție. Orice valoare ar avea un patent — și asemenea valoare e destul de redusă atunci cînd patentul aparține unui particular fără mijloace —, totul depinde de legalitatea, de formularea elementelor pentru care se cere patentarea, precum și a specificațiilor, ceea ce are foarte puțin de-a face cu valoarea efectivă a invenției. Aici poate fi de mare ajutor un avocat specializat în materie de brevete, dar un asemenea avocat poate da un ajutor mult prea mic dacă nu este susținut de o cunoaștere temeinică a invenției, cum o poate avea numai inventatorul.

Rezultatul este că inventatorul trece fără tranziție de la un joc de idei la un joc de cuvinte. Cu cât își iubeste mai mult invenția și cu cât dorește mai mult s-o desăvârșească, cu atât se vede mai frustrat de lumea ireală de la Oficiul de brevete, în care este silit să trăiască luni sau chiar ani de zile.

La capătul acestor luni sau ani, Lee și cu mine am devenit posesorii unui brevet de invenție care putea fi vîndută și pe care de fapt am vîndut-o înainte de a se fi încheiat stadiile finale ale brevetării. Dar atunci am suferit o nouă frustrare : toate eforturile noastre au fost încununate prin obținerea unei simple hîrtii, deoarece cei de la Bell nu au avut niciodată de gînd să aplice invenția noastră, ci pur și simplu s-o posede ca sperietoare pentru concurenți.

Din momentul înregistrării brevetului și pînă la expirare, el n-a fost niciodată folosit de către societatea Bell. Dar, cînd documentul pe care îl aveam aproape împlinise 17 ani, ceea ce pentru un brevet înseamnă același lucru ca vîrsta de 70 de ani pentru un om, am aflat că unele firme de radio și televiziune încep să manifeste o mare curiozitate pentru invenția noastră, fiind gata să o încorporeze în aparatele de radio și de televiziune pe care le fabricau. Deoarece drepturile noastre expiraseră, nu ne-am manifestat niciodată curiozitatea de a cerceta dacă inginerii aceia au pus în aplicare efectiv ideile noastre sau dacă copilul nostru a fost născut mort. Aceasta ne-a sugerat ideea subtilă că, indiferent dacă invenția se face pentru vînzare, cum a fost în cazul nostru, sau nu, ea exercită, totuși, o influență asupra filozofiei creației.

Am făcut tot posibilul pentru a-i găsi doctorului Lee un post în industria electrotehnică americană, unde el ar fi fost o personalitate valoroasă. Pe vremea aceea existau deja în Statele Unite ingineri din țările Orientului, deși erau mult mai rari decît în prezent. Dar la bursa posturilor am întîmpinat o rezistență mai mare decît ne-am fi așteptat și Lee s-a înapoiat în China pentru a căuta acolo o slujbă, mai întîi în industrie și apoi în viața științifică. Voi avea multe de spus despre dînsul în capitolele următoare.

În timp ce un student din Orient, Lee, dezvoltă con-

secințele unor idei inginerești ale mele, un altul, **Ikehara**, perfecționa metodele mele în teoria numerelor prime. Landau, principalul exponent german în teoria numerelor prime, a ezitat la început să accepte rezultatele noastre, dar ulterior el și colegul său Heilbronn au scris studii care au împins și mai departe aceste lucrări. Rezultatul a fost că o ramură dificilă a matematicii care se preda în ultimii ani ai cursurilor pentru doctorat a putut fi introdusă la cursurile din ultimii ani pentru licență. De curînd, școala matematică scandinavă a reușit să facă și mai mult : matematicienii din această școală au obținut ca teoria numerelor prime să devină într-un anumit sens, foarte tehnic, o teorie elementară.

Am mai spus că Vannevar Bush era un mare inventator de instrumente electromecanice, dar realizarea sa principală este direct legată de dezvoltarea folosirii mașinilor de calcul rapide pentru rezolvarea problemelor ce țin de așa-numitele ecuații diferențiale. Ecuațiile diferențiale se ocupă cu relațiile dintre diferite cantități fizice măsurabile și vitezele de schimbare a lor în timp și spațiu. Aceste cantități fizice pot fi curenți, tensiuni, anghiuri de rotație a axului, deplasări sau orice alt fel de cantități care pot fi măsurate. Bush încerca să ia ca bază pentru schemele sale ba un set de cantități, ba altul, dar în toate cazurile aparatul său era un fel de mașini asamblate, analizorul diferențial la care diferitele cantități pot fi reprezentate, să zicem, prin rotații sau deplasări și în care aceste cantități pot fi adunate, înmulțite, împărțite sau se poate opera cu ele în diferite feluri. În sfîrșit, cînd rezultatul era obținut, cantitățile respective se puteau citi cu ajutorul instrumentului denumit disc integrator.

Nici una dintre părțile mașinii lui Bush nu era complet nouă în concepție, dar tehnica cu ajutorul căreia ele se puteau combina și, în special, cu ajutorul căreia se putea furniza energie mașinilor era mai desăvîrșită decît tot ce se realizase înainte. Mașina lui Bush a reușit acolo unde mașina anterioară a lui Babbage eșuase tocmai din cauza utilizării strălucite a facilităților inginerești și a ideilor inginerești care nu erau accesibile pe vremea lui Babbage. În mașina lui Bush

numerele sînt reprezentate sub formă de cantități măsurate și nu ca șiruri de cifre. Iată ce înțelegem cînd denunțăm mașina lui Bush analogică, și nu cifrică. Mașinile analogice măsoară. Mașinile cifrice numără. Cantitățile fizice implicate în problemele pe care mașina le are de rezolvat erau înlocuite în mașina lui Bush de alte cantități fizice, de altă natură, dar avînd aceleași relații cantitative între ele.

Pe vremea aceea, mașina cifrică, care nu este decît un abac îmbunătățit și automatizat, exista numai sub forma diferitelor mașini de calcul de birou.

O caracteristică esențială a mașinii lui Bush consta în faptul că variabila în raport cu care se produceau toate schimbările era timpul. Acest factor a fost deosebit de semnificativ atunci cînd Bush m-a rugat să-i dau un sfat, și anume ce-i de făcut pentru ca mașina sa să poată lucra cu ecuații cu derivate parțiale, în care schimbările în timp sînt legate prin ecuații de schimbările în spațiu.

Atunci cînd Bush mi-a pus această întrebare, mi-am dat seama că problema principală a ecuațiilor cu derivate parțiale era de a reprezenta cantitățile ce variază în spațiul cu două sau mai multe dimensiuni, cum ar fi, de exemplu, densitatea negativului fotografic, care variază atît de sus în jos cît și de la dreapta la stînga.

Odată bine formulată problema reprezentării funcțiilor de mai multe variabile, a devenit de dorit să le reprezentăm cu ajutorul a ceva care variază în timp, și nu în spațiu. Aici mi s-a părut că tehnica nouă și în dezvoltare a televiziunii oferă cheia necesară. În televiziune, o imagine este transmisă nu prin particule de argint de diferite opacități așezate simultan pe o peliculă, ci doar cu ajutorul unei pete de lumină care parcurge diferitele linii ale unei rețele punct cu punct și întrecăga rețea linie cu linie. Acest proces, denumit scanare, este în prezent cunoscut de oricine are cît de cît curiozitatea de a ști cum funcționează televizorul său.

De fapt, eram convins că tehnica scanării se va dovedi mult mai importantă din punct de vedere social în mașinile de calcul și în cele strîns legate de ele

decît în industria televiziunii. Cred că dezvoltarea ulterioară a mașinilor de calcul și a mașinilor cu comandă mi-a îndreptățit convingerea.

Pentru a reprezenta o cantitate printr-un singur loc pe ecranul de televiziune, putem urma două tehnici diferite, din care una provine din mașina analogică, iar cealaltă din mașina cifrică, și anume fiecărei poziții putem să-i atașăm sau o anumită cantitate de lumină, care este măsurată prin intensitatea sa, sau un șir de cifre, așa cum le utilizăm cînd scriem numerele. Combinarea acestor cantități în vederea reprezentării situației existente într-o ecuație cu derivate parțiale va fi deci fie o combinare de intensități, fie o combinare a cifrelor din diferite numere. Chiar și pe vremea aceea mi se părea că această din urmă reprezentare va fi mai indicată pentru mașinile ce rezolvă ecuații cu derivate parțiale, din cauză că în cadrul aparaturii electronice cifrele se pot combina mai exact și mai expeditiv decît cantitățile de lumină. Trebuie doar să mai adaug că dezvoltarea actuală a tehnicii mașinilor de calcul a demonstrat corectitudinea ipotezei mele și că mașinile de calcul de mare viteză din prezent urmează îndeaproape direcția pe care am propus-o atunci lui Bush.

Accentul pe care l-am pus atunci și-l mai pun și astăzi pe viteză în mașinile mecanice sau electrice de calcul a fost pe deplin justificat. Pe o rețea pătratică putem așeza cu mult mai multe numere diferite decît pe una din liniile unei asemenea rețele și acest lucru este legat de faptul că numărul diferitelor operații necesare pentru rezolvarea ecuațiilor cu derivate parțiale este pur și simplu enorm. Dacă nu am fi reușit să obținem o creștere colosală a vitezei de lucru, mașina pentru rezolvarea ecuațiilor cu derivate parțiale ar fi funcționat atît de încet, încît ar fi devenit inutilă. În general, o mașină care calculează este concurentul calculatorului uman; și, în definitiv, luînd totul în seamă, avantajul mașinii asupra omului constă, în primul rînd, în viteza sa. Această chestiune, asupra căreia voi reveni mai tîrziu în cartea de față, a reprezentat primul pas către mașinile de calcul de foarte mare

viteză de astăzi, ca și către uzinele automate, strâns legate de ele.

Cam tot pe vremea aceea, Bush a început să scrie o carte despre teoria circuitelor electrice. Aici, unele lucrări pe care le elaborasem în domeniul analizei armonice generalizate au căpătat o valoare practică considerabilă. Mi-a cerut consultații referitor la mai multe capitole și, de asemenea, mi-a solicitat un capitol suplimentar cu privire la metodele Fourier. Ne-a făcut multă plăcere această colaborare și amîndoi am vorbit adesea de desfătarea pe care am încercat-o lucrînd împreună. Curînd după aceea Bush a părăsit munca teoretică, destinîndu-se carierei administrative. Această transformare corespundea unei alte etape, aceea a formării unor oameni de știință de tip nou, ceea ce ar fi trebuit să aibă loc cu mult înainte.

Atunci cînd am început, în 1919, să lucrez la M.I.T., președinte era Richard McLaurin. Era un nume de mare răsunset ; el a adăugat mult la prestigiul institutului atît în țară cît și peste ocean. Însă el a murit la cîteva luni după venirea mea acolo și multe din lucrurile pe care am sperat că le va realiza el au rămas neterminate. În special catedrele științifice, inclusiv cea de matematică, și catedrele de cultură generală, ca cele de engleză și de istorie, erau considerate încă auxiliare în raport cu menirea institutului, care era aceea de a forma ingineri.

După moartea lui McLaurin a urmat un provizorat de 11 ani. Cîtăva vreme ne-au condus comitetele corpului didactic, care puteau să facă prea puțin din cauza caracterului lor temporar, iar apoi a venit președinte Ernest Nichols, care însă era deja bolnav cînd a fost ales și s-a retras și a murit înainte de a-și putea pune amprenta pe școală.

În cele din urmă, a devenit președinte Wesley Stratton, datorită lucrărilor valoroase pe care le-a elaborat în calitate de șef al Biroului de standarde. Dar, ca și Nichols, el a venit într-o perioadă cînd cele mai bune lucrări ale sale erau deja apărute și n-a făcut decît să prelungească interregnul. Pînă în 1930, institutul nu a avut parte de un conducător cu o mîna

fermă, o politică clară, o energie și o forță care să se impună.

Apoi a fost numit președinte Karl Taylor Compton. El fusese un remarcabil profesor de fizică la Princeton și îmbina o integritate desăvârșită, o largă viziune a viitorului institutului cu o sănătate și vigoare încă nealterate. El a inspectat catedra de fizică în numele primăriei municipiului și a văzut clar ceea ce nici unul din predecesorii săi nu avusese posibilitatea de a realiza: că nu se poate crea un institut ingineresc cu adevărat bun care să nu fie în același timp un mare centru științific.

Rolul matematicii în institut s-a schimbat mult după primul război mondial, când venisem eu la M.I.T. Pe vremea aceea, matematica era ceva necesar, în primul rînd, pentru formarea studenților noștri astfel încît ei să poată lucra ca ingineri, ceea ce era obiectivul lor principal în viață. Fizica și chimia, de asemenea, încă nu ieșiseră complet din statutul lor de discipline auxiliare, care aveau ca țel esențial să contribuie la sarcina principală a institutului, de a forma ingineri bine pregătiți. Cînd o ramură a fizicii sau a chimiei atingea o importanță suficientă pentru a se constitui într-un curs de sine stătător, în vederea unei noi ramuri de inginerie, acest curs se ținea ca un curs ingineresc independent. Așa s-a întîmplat atît la catedra noastră de electrotehnică, cît și la catedra noastră de chimie industrială. Acum, pentru prima oară, institutul a început să-și dea seama că cercetarea propriu-zisă în matematică și științe era importantă pentru inginerie și că noi trebuie să ne orientăm anume spre formarea atît a unor oameni de știință în aceste domenii, cît și a unor ingineri.

Această concepție, în primul rînd, a scăpat catedra de matematică de situația de inferioritate. Cercetările noastre au început să fie recunoscute ca o parte esențială a funcției noastre la institut și nu doar ca un mijloc de a ne ține la curent. Astfel încît posibilitățile noastre de predare s-au îmbogățit și au căpătat un prestigiu mai mare. Institutul a început să urmeze exemplul marilor universități, recunoscîndu-ne ca matematicieni și nu numai ca simpli dascăli de matema-

tică. Aceasta nu înseamnă că am încetat sau am fi putut înceta lucrările auxiliare, atât de necesare într-o școală de ingineri, dar noi am început să intrăm în propriile noastre drepturi, să avem un statut comparabil cu cel al catedrelor tehnice.

Președintele Compton era un om accesibil, modest, sincer și simpatice. O dată cu numirea lui, institutul a intrat pe mîini bune și linia de progres care fusese întreruptă prin moartea lui McLaurin a fost reluată.

Avansarea lui Bush a făcut parte din aceeași serie de schimbări care l-a adus pe Compton la institut. El era un director admirabil, ocupîndu-se de problemele laboratoarelor institutului mai mult decît de personal. L-a eliberat pe Compton de povara multor mărunțisuri legate de conducerea unei mari școli.

Politica lui Compton era, printre altele, să aducă salariile personalului din facultăți la un nivel comparabil cu cel care era deja atins la Harvard, Princeton și la alte universități mari. Mai tîrziu, războiul și vicisitudinile perioadei postbelice ne-au împiedicat să ajungem la nivelul celorlalte școli în măsura în care am fi dorit. Totuși, intenția contează și pentru realizarea ei s-au făcut multe.

Eu personal am fost un beneficiar al noului regim, atât în ceea ce privește salariul, cît și posibilitățile de a-mi vedea îndeplinite speranțele de realizare a unui centru de cercetare matematică. Am fost promovat la rangul de profesor, astfel încît de aici încolo poziția mea era asigurată.

Era o perioadă de nouă înflorire a vieții la M.I.T. și de mare dezvoltare a lui Bush în calitate de inginer electrician cînd acesta mi l-a prezentat ca doctorand pe Lee. Lucrul acesta a fost unul dintre cele mai extraordinare pe care le-a făcut vreodată Bush pentru mine și eu îi voi fi veșnic recunoscător pentru că l-a orientat pe Lee către mine.

Cam pe vremea aceea începusem să fim destul de ocupați cu vizitele a numeroși colegi de știință din Europa. În legătură cu analiza circuitelor și cu aspectele electrotehnice ale lucrărilor mele, am avut o discuție interesantă cu Richard Cauer și cu soția lui, care veniseră din Berlin. Dar contactele cele mai

interesante și mai profitabile le-am avut cu Eberhard Hopf. El venise din Germania la Harvard în mare măsură pentru a studia cu G. D. Birkhoff.

Hopf se interesa de mecanica cerească și de noile lucrări ale lui Birkhoff în acest domeniu. Teorema ergodică, care a dat, în cele din urmă, forma cunoscută ideilor lui Willard Gibbs, se afla tocmai în centrul interesului lui Hopf. Această lucrare a fost, de altfel, un remarcabil tur de forță, pe care Birkhoff l-a realizat fără vreo pregătire prealabilă, fără a fi cunoscut sau a se fi interesat de integrala lui Lebesgue. Prin propriile sale puteri, el a fost în stare să elaboreze principalele teoreme care domină și în prezent teoria integralei lui Lebesgue.

Eu mă interesam mult de integrala Lebesgue și de teoria probabilităților, astfel încît am avut multe de discutat cu Hopf. Însă cea mai bună dintre lucrările pe care le-am realizat împreună cu el se referea la o ecuație cu derivate parțiale care intervine în studiul echilibrului radiațiilor stelelor. În interiorul unei stele există o regiune unde electronii și nucleele atomice coexistă cu cuantele de lumină, care constituie materialul radiației. În exteriorul stelei avem doar radiația sau, cel puțin, radiația însoțită de o formă mult mai diluată a materiei. Diferitele tipuri de particule care formează lumina și materia se află într-un fel de echilibru reciproc, care se schimbă brusc atunci cînd trecem dincolo de suprafața stelei. Sînt ușor de scris ecuațiile acestui echilibru, dar nu este ușor de găsit o metodă generală pentru rezolvarea acestor ecuații.

Ecuațiile echilibrului radiațiilor în stele aparțin unui tip cunoscut în prezent sub numele de tipul Hopf-Wiener. Ele sînt strîns legate de alte ecuații care intervin atunci cînd două regimuri fizice diferite sînt legate printr-o frontieră precisă, cum se întîmplă, de exemplu, în bomba atomică; acesta este în esență modelul unei stele, în care suprafața bombei marchează schimbarea de la regimul interior la regimul exterior. Iată de ce diferite probleme importante ale bombei își capătă expresia naturală în ecuațiile Hopf-

Wiener. Problema stabilirii dimensiunilor optime ale bombei se constată a fi una dintre acestea.

Din punctul meu de vedere, utilizarea cea mai interesantă a ecuațiilor Hopf-Wiener apare atunci cînd frontiera dintre cele două regimuri se află în timp, și nu în spațiu. Un regim reprezintă starea lumii pînă la un moment de timp dat, iar celălalt regim starea după acest moment de timp. Aceasta constituie un instrument precis și convenabil pentru unele aspecte ale teoriei predicției, în care cunoașterea trecutului este utilizată pentru determinarea viitorului. Totuși, există multe probleme mai generale de tehnică care pot fi rezolvate cu ajutorul aceleiași proceduri ce operează în timp. Printre ele este problema filtrării undelor, care constă în recepționarea unui mesaj corupt de zgomote simultane și reconstituirea mesajului pur în cel mai bun mod posibil.

Atît problemele de predicție cît și problemele de filtrare au prezentat importanță în războiul trecut și-și păstrează importanța în tehnica nouă care a apărut după război. Problemele de predicție apar în comanda forțelor de apărare antiaeriană, căci un tun antiaerian trebuie să țintească devansînd avionul vizat, așa cum face un vînat de rațe. Problemele de filtrare au fost folosite în repetate rînduri în proiectarea radarului: atît problemele de filtrare cît și problemele de predicție sînt importante în tehnica statistică modernă a meteorologiei.

În toamna anului 1929 am fost invitat să țin prelegeri la Universitatea Brown cu teme din lucrările mele. M-a invitat decanul Richardson, dar inițiatorul acestei invitații era Tamarkin, de care am mai vorbit. Richardson era un scoțian uscat și prietenos, originar din Maritime Provinces, care a știut să-i ofere lui Tamarkin un cămin în Statele Unite, spre marele folos al Universității Brown. Veneam la Brown o dată pe săptămînă, unde mă bucuram de o primire foarte cordială. Principala mea gazdă era Tamarkin împreună cu soția lui, care pe vremea aceea venise să stea împreună cu soțul ei.

Soții Tamarkin și-au continuat stilul lor de viață, ținînd casă deschisă și în America, deși obiceiurile

țării și dificultățile cu servitorii făceau aproape imposibil un asemenea mod de trai. Doamna Tamarkin se împotriva curajos restricțiilor mediului din Providence, silindu-se să satisfacă deprinderile soțului ei în materie de mâncare și băutură, dar acest efort i-a zdruncinat sănătatea iar inima bolnavă a soțului ei avea de suferit din pricina supraalimentației. În cele din urmă, doamna Tamarkin a murit în urma unui atac de flebită, dar soțul ei a atribuit decesul surmenajului și avea remușcări. Înainte de moartea soției era un om vesel și foarte bine dispus. El a continuat să-și ofere serviciile matematicienilor mai tineri, transmițându-le cunoștințele sale și acordându-le simpatia sa, dar nu a mai fost același ca înainte și după câțiva ani a sucombat din cauza eforturilor la care și-a supus inima.

Peggy, a doua fiică a mea și ultimul copil al nostru, s-a născut în anul acela și direct de la spital, unde stăteam la căpățiul soției mele, mă duceam la conferințele pe care le țineam la Brown. Cu doi copilași, simțeam mai mult că sînt cap de familie, iar Margaret era mult mai ocupată cu îndatoririle casnice.

În perioada aceea eram extrem de prins cu punerea la punct a studiului meu definitiv asupra analizei armonice generalizate. Studiul a apărut în *Acta mathematica*, revistă suedeză de mare prestigiu internațional. De fapt, studiul avea dimensiunile unei mici cărți. Tamarkin a fost acela care m-a îndemnat să scriu această lucrare în formă definitivă și el a făcut critica în fiecare etapă a manuscrisului și corecturii, spre marele avantaj al lucrării. Cred că studiile mele l-au satisfăcut pe Tamarkin într-o anumită măsură și desigur că, în urma stăruințelor sale, am primit curînd invitația de a scrie pentru revista americană *Annals of Mathematics* un studiu de aproximativ aceleași amploare cu privire la teoremele tauberiene.

Aceste articole au luat proporțiile unor mici cărți. În ce privește studiul scris pentru *Annals of Mathematics*, el a fost într-adevăr publicat aparte. Ulterior, mi-aș fi dorit adesea să pot beneficia în continuare în lucrările mele de critica dezinteresată a lui Tamarkin.

Cercetările mele de pe vremea aceea au fost bine primite în Rusia, fiind în strînsă legătură cu lucrările unora dintre matematicienii ruși. Am fost timp îndelungat într-un contact sui generis cu liderii matematicii rusești. Niciodată nu m-am întîlnit cu vreunul din ei și cred că nici măcar n-am fost în corespondență. Hincin și Kolmogorov, cei doi exponenți principali ai teoriei ruse a probabilităților, lucrau de mult în același domeniu în care lucram eu. Timp de mai bine de douăzeci de ani am fost unii pe urmele celorlalți ; fie că ei demonstrau o teoremă pe care eu eram tocmai pe punctul s-o demonstrez, fie că eu reușeam să ajung la final cu puțin înaintea lor. Această contingență a lucrărilor noastre nu a rezultat dintr-un plan determinat din partea mea și cred că nici din partea lor, totul se datora faptului că am ajuns la punctul maxim al activității cam în același timp și aproximativ cu aceeași zestre intelectuală.

Patru ani și jumătate fără călătorii peste hotare mi-au trezit pofta pentru reînnoirea contactelor cu străinătatea. După Congresul internațional de matematică de la Strasbourg au mai avut loc două congrese la care eu nu participasem. Congresul din 1924 a avut loc la Toronto, dar, după cum am mai spus, eu destinasem această vară unei călătorii în străinătate împreună cu sora mea Bertha. Congresul din 1928 a avut loc prea curînd după voiajul meu la Göttingen pentru a fi posibilă participarea mea, mai ales că în acel an s-a născut fata mea mai mare, Barbara.

În 1932 am simțit că dorința de a participa la un nou congres este prea puternică pentru a-i rezista. Mi-am propus să-mi petrec anul universitar 1931—1932 făcînd cercetări la Cambridge și să particip la Congresul din Zürich în vara următoare. Am primit un ajutor generos : un concediu și bani din partea institutului, astfel încît Margaret și cu mine am socotit că putem să ne încumetăm la o călătorie în Europa împreună cu ambele fete.

PROFESOR NEOFICIAL LA CAMBRIDGE

Am petrecut vara ca de obicei, odihnindu-ne și organizînd excursii. Am făcut plimbări mai lungi cu copiii care locuiau în valea noastră decît făcusem înainte, deoarece acum erau destul de mari pentru a rezista la oboseala unei excursii dificile către Presidential Range. Cu puțin înainte de a fi pornit spre Montreal, unde trebuia să luăm vaporul, am adunat cîțiva băiețași și am organizat o mică excursie la Mount Chocoura, unde unul din ei a avut ghinionul să-și scrîntească glezna. Problema de a-l aduce jos era complicată, deoarece trebuia să se sprijine pe mine și timp de două ore bune întreaga sa greutate am simțit-o pe umerii mei. În consecință, am fost foarte oboșit și, cînd a venit vremea de plecare, am răcit rău.

Dar nu întîmplarea aceasta a fost lucrul cel mai neplăcut: Peggy, care pe vremea aceea avea cam un an și jumătate, începu să facă puțină febră și, deși doctorul local credea că pe mare ea se va îndrepta repede, totuși ne venea foarte greu să pornim la drum. De aceea, cînd ne-am urcat în tren la Meredith pentru Montreal, de unde urma să ne îmbarcăm, eram destul de îngrijorați.

După o noapte neodihnitoare la hotel, am izbutit să ne îmbarcăm dimineța în ultimul moment. Apoi, boile ne-au lovit cu adevărat. Din fericire, vaporul companiei Canadian Pacific pe care călătoream avea un medic excelent, care pornise pe mare pentru a-și restabili propria sa sănătate, subminată de o boală com-

plicată și paralizantă, precum și o infirmieră scoțiană calificată de prim rang și câțiva subofițeri din corpul medical regal. Peggy și cu mine am fost puși imediat la pat; infirmiera și-a asumat îngrijirea lui Peggy, în timp ce eu luptam cu o anghină teribilă, fiind supravegheat de către un membru al serviciului medical al vaporului.

Cînd m-am simțit suficient de restabilit pentru a mă țiri pe punte, am aflat că Peggy încă nu era bine. Văzînd-o întinsă pe pat și pe medic ascultînd-o concentrat cu stetoscopul, mi-am dat seama că lucrurile stau prost. Era o bronhopneumonie în toată regula și aproape jumătate din timpul voiajului nu am avut certitudinea că Peggy se va însănătoși.

Doctorul s-a consultat cu un confrate care era pe vas în calitate de pasager și au stabilit împreună un tratament. Cam la jumătatea drumului, ce era mai rău trecuse. Am telegrafiat la Tilbury pentru a ni se trimite în întîmpinare o ambulanță care s-o ducă pe Peggy la spitalul local. Și ne-am resemnat să ne bucurăm de restul voiajului atît cît eram în stare cu marea povară a îngrijorării care continua să ne stăpînească sufletele.

La termenul convenit am debarcat și Peggy a fost dusă la spital, unde s-a considerat că este indicat, atît pentru dînsa cît și pentru spital, ca noi s-o vedem cît mai puțin posibil pînă ce vom găsi o locuință la Cambridge și vom fi în situația de a o lua cu noi.

Am petrecut cîteva zile la un hotel excelent, condus de administrația portului Londra, unde am avut plăcerea să mă întîlnesc cu reprezentantul acestei instituții, căpitanul portului Londra. El se interesa mult de inginerie și în particular de meteorologie. Mi-a spus cît de singur se simțea în profesiunea lui, nemaexistînd decît un mic grup, de poate mai puțin de zece oameni, în întreaga lume care să aibă o funcție comparabilă cu a lui, și cît a îndurat în cursul primului război mondial, cînd a fost rupt de colegii de pe continent, din Hamburg și Anvers. El afirma că, de fapt, în condiții normale, Londra, Anvers, Rotterdam, Hamburg și Bremen constituie la un loc un mare port, care trebuie condus printr-o strînsă colaborare

a căpităniilor portuare respective. Aceasta se datora în mare măsură importului neechilibrat din Londra, care depășește atît de mult comerțul său de export încît navele care își lasă încărcătura la Londra trebuie să se încarce în alte părți.

Am făcut una sau două vizite la Londra și la prietenii mei înainte de a pleca la Cambridge împreună cu Margaret și cu Barbara. Aici am poposit la un hotel foarte plăcut, pe malul apei și imediat am început să ne consultăm cu prietenii mei în vederea găsirii unei case convenabile pentru iarnă. În sfîrșit, cu ajutorul unei agenții imobiliare, am închiriat la New Chesterton, la nord-est de orașul Cambridge propriu-zis, o vilă tipică pentru clasa de mijloc engleză. Un singur grup de clădiri ne despărțea de cîmp și de ferme.

Am găsit 'o grădiniță de copii pentru Barbara și astfel am fost într-o anumită măsură eliberați de povara care o apăsase pe vapor pe soția mea : a îngriji un copil foarte bolnav și, totodată, a menține într-o anumită disciplină un copil foarte sănătos și plin de viață. Peggy își revenise din boala ei acută, dar sănătatea ei era încă delicată. Am reușit să convingem o femeie din Yorkshire care lucra la hotelul unde trăsesem să îngrijească de casă și am închiriat un automobil pentru o lungă călătorie prin țară pînă la Tilbury și înapoi.

Aceasta a fost prima mea deplasare mai lungă cu automobilul în Anglia și nu am reușit să mă obișnuiesc cu numeroasele cotituri bruște ale șoselelor strîmte și nici n-am putut înțelege de ce mereu drumul ne duce pe ulița principală a satului prin care treceam.

În cîteva săptămîni, Peggy și-a recăpătat în bună parte sănătatea. Avea însă o infecție rebelă în urechea medie și de fapt de-abia după ani de zile și-a recăpătat Peggy vigoarea pe care o avusese înainte de a porni în această călătorie. Acum, cînd amîndouă copilele sînt femei în toată firea, noi încă ne mai mi-răm din cînd în cînd văzînd că Peggy este într-adevăr voinică, scăpată de toate neplăcerile din copilărie, cîtă vreme Barbara este cea plăpîndă și delicată.

Femeia din Yorkshire care o îngrijea i-a transmis

lui Peggy accentul de prin partea locului, din care, din fericire, n-a mai rămas acum nici urmă.

Casa noastră avea o grădină îngustă și lungă în spate cu un chioșc care putea fi rotit în funcție de soare și ploaie. Prietenoasa doamnă care ne-a închiriat casa în întregime mobilată și care locuia la câteva case depărtare de noi ne-a trimis și un grădinar.

Dar nu numai proprietăreasa era foarte amabilă cu noi ; vecinii, în general, au început să ne viziteze chiar din prima zi, cu o cordialitate mai promptă și mai pronunțată decât am întâlnit vreodată în vreun cartier din Boston. Aceasta a infirmat, desigur, legenda rezervei britanice, dar poate că aici a contribuit cu ceva și poziția noastră specială în cadrul colectivității. Majoritatea vecinilor noștri erau cadre universitare. Iar eu nu numai că eram cadru universitar, dar mai fusesem la Cambridge cu mulți ani înainte și aveam anumite relații cu orașul. După cum mi-a spus Jessie Whitehead, eram îndreptățit să port emblema Colegiului Trinity, dar barată cu o linie¹. Așadar, deși nu eram decât un fel de copil din flori al Cambridge-ului, totuși, familia m-a recunoscut în cele din urmă. În orice caz, profesorul de italiană care stătea la doi pași de noi și conferențiarul de agricultură a țărilor tropicale care stătea ușă în ușă cu noi ne-au vizitat foarte curînd și ne-au invitat în repetate rînduri la ceaiuri în familie. Era tocmai genul de ospitalitate cel mai mult pe gustul nostru.

Mai tîrziu am făcut cunoștință cu conferențiarul de ebraică care stătea la cîteva sute de iarzi depărtare și era rabinul oficial al Oxfordului, Cambridge-ului și al uneia din închisorile maiestății-sale. Era membru al lui Queen's College, unde învățase cu un grup de preoți ținînd de așa-zisa Biserică Înaltă. Respecta ritualurile cu cea mai mare strictețe și pe canaturile ușilor din casa lui erau fixate tradiționalele texte ebraice.

Ca mulți preoți anglicani, avea opinii foarte liberale. Cînd au fost necesare fonduri pentru a se repara vechea biserică normandă, petrecerea s-a organi-

¹ Indiciu heraldic al „urmașilor nelegitimi“. — *Nota trad.*

zat în grădina sa. Avea o colecție foarte interesantă de reproduceri reprezentînd sinagogile și ceremoniile evreiești din Olanda din secolul al XVII-lea și al XVIII-lea, referitoare atît la ritul askenazi cît și la ritul sefard. Păcerea sa deosebită consta în a căuta sursele cînturilor gregoriene și ale riturilor creștine în muzica și riturile evreiești.

În timpul cît am stat la Cambridge, m-am dus de cîteva ori la Londra, încercînd să vînd invenția filtrului pe care-l realizasem împreună cu Lee. Dar n-a ieșit nimic, poate pentru că englezii nu se prea interesau de electrocomunicații, iar radiotehnica lor era doar o slabă reflectare a ceea ce se realiza în Statele Unite și în Germania. În afară de aceasta, culegînd unele informații, am înțeles că a obține un brevet în Anglia, ca, de altfel, în aproape oricare altă țară europeană, nu este un lucru atît de simplu ca în America (acolo un brevet nefiind, în realitate, decît o bază pentru litigii), ci implică o cantitate considerabil mai mare de cercetări, oferindu-ți o probabilitate mai mare că va rezista și în justiție. El garantează drepturi mai mari și, în consecință, este mai greu de obținut. În majoritatea țărilor, legile sînt mai puțin favorabile brevetelor „pe hîrtie” decît în Statele Unite și pretind în mod foarte explicit ca un brevet să fie exploatat în industrie pentru a-și păstra valabilitatea.

În timpul cînd am fost la Londra, am întîlnit-o pe Miss Cartwright, care între timp devenise directoarea Colegiului Girton. Era o persoană fină, după cum a și rămas, de o sinceritate adorabilă și o matematiciană modestă, deși în primele rînduri ale matematicienilor englezi de ambele sexe. M-a invitat la un ceai pentru a mă întîlni cu un tînăr profesor de la Trinity pe care îl chema Paley și despre care aveam să aud multe în viitor.

Curînd după ce am ajuns la Cambridge, am făcut cunoștință cu frații Young (soră și frate). El predă pe atunci la Peterhouse, cel puțin așa am impresia, și publicase cîteva lucrări interesante, pe care le-am dezvoltat apoi împreună. Domnișoara Young, profesor la Girton, s-a arătat deosebit de drăguță cu fiicele mele

și ne-a invitat pe toți patru la un căai în apartamentul ei.

Dar dintre toate contactele științifice realizate la Cambridge, cel mai important rămînea, totuși, faptul că mă întâlneam cu profesorul meu Hardy și cu alter ego-ul acestuia, Littlewood. Între timp, Hardy înaintase în vîrstă și ajunsese o replică îmbătrînită a tînărului pe care îl întâlнисem în casa lui Russell pe vremea studenției mele. Totuși, el continua să fie un redutabil jucător de tenis și se pasiona după cricket, joc pe care îl cunoștea la perfecție. Mai tîrziu, în timpul numeroaselor sale vizite în Statele Unite, a manifestat un interes aproape egal pentru baseball, și numele lui Babe Ruth, campionul acestui joc, deveni pentru dînsul un nume tot atît de familiar ca cel al cricketistului Hobbs.

Littlewood se apropia de culmile carierei sale de alpinist. Obişnuia să mă invite în apartamentul său de la Trinity și să-mi demonstreze unele procedee interesante de tehnică alpinistă cătărîndu-se pe coloarele din Neville's Court. Hardy și Littlewood m-au dus la un meci de cricket. De asemenea, m-au dus să văd un joc brutal în care jucătorii din ambele echipe se buluceau în grămezi de necrezut, alergînd după minge. Mă tem că n-am dibuit subtilitățile nici unuia din aceste două jocuri.

Hardy preda un curs de teorie elementară a numerelor, iar la prelegerile lui Littlewood n-am fost niciodată. Totuși, am participat ocazional la seminarul de matematică pe care-l ținea în apartamentul său.

Spre deosebire de Hardy, care detesta aplicațiile matematicii, în special cele la inginerie și tehnică militară, Littlewood avea un simț al fizicii foarte dezvoltat și a jucat un rol important printre consilierii matematici ai autorităților militare atît în timpul primului cît și în timpul celui de-al doilea război mondial. În timpul primului război mondial, el a descoperit o metodă strălucită de a calcula traiectoriile proiectilelor și mai ales pentru a folosi cîteva traiectorii calculate în vederea obținerii prin interpolare a unei table balistice complete. În cursul celui de-al doilea război mondial, el și doamna Cartwright au părăsit

domeniul matematicii abstracte pentru o cercetare foarte utilă a ecuațiilor diferențiale.

Eram invitat aproape în fiecare săptămână la un dineu fie la Trinity, fie la vreun alt colegiu, iar la Trinity eram tratat aproape ca un profesor supranumerar. Conversațiile de la masă mi se păreau mai interesante și mult mai puțin un joc formal de înaltă tensiune spirituală decât mă așteptam. Într-adevăr, când mai târziu i-am vizitat pe prietenii mei universitari de la Oxford, mi-a devenit clar ce mare prăpastie desparte cele două școli și că înalta tensiune spirituală care nu ieșea prea mult în evidență la Cambridge era, de fapt, la ordinea zilei la Oxford.

Una dintre distracțiile cele mai plăcute pe care le-am avut la Cambridge era de a părăsi, după un pahar de porto și țigara de după dineu, sala comună de la Trinity și de a participa împreună cu profesorii la un joc cu mingi de lemn (*bowls*). Eram tot atât de nepriceput ca la orice sport care cerea îndemnare, dar îmi făcea plăcere să mă relaxez împreună cu prietenii mei în micul parc confortabil și aproape misterios, așteptând să se lase amurgul englezesc. Se juca *bowls* și nu popice, trebuie să facem o deosebire între aceste două jocuri. Jocul englez, care se practica cu mult înainte de vremea când Drake îl juca pe nava „Hoe“, așteptând la Plymouth Armada spaniolă, n-are nimic comun cu jocul de popice. Este mult mai apropiat de jocul scoțian *curling*, care, de fapt, nu e decât o varietate a jocului *bowls* jucat pe gheață.

După război, componența studenților și profesoriilor de la Cambridge și de la Oxford s-a modificat mult. Universitățile nu mai erau un privilegiu al claselor conducătoare. Ele erau acum pline de tineri străluciți care nu ar fi putut studia fără bursă. De fapt, majoritatea celor talentați erau bursieri, așa că studenții care se ridicau peste nivelul obișnuit nu mai erau priviți cu bunăvoință.

Unii dintre studenții subvenționați proveneau din familii foarte sărace și purtau stigmatele sărăciei și subnutriției din copilărie: piperniciți ca aspect și cu dentiție proastă. În plus, mulți dintre ei sufereau de

pe urma barierelor sociale, care în multe cazuri funcționau mai puternic în propria lor minte decât în ale celor din jur. Am avut prieteni tineri din cele două universități — mai ales de la Oxford — care mi-au povestit cât de asiduu au muncit pentru a învăța să participe la jocul conversației de la masă. Motivele și fondul acestei probleme vor fi clare celor care-l cunosc pe D. H. Lawrence și opera lui, căci pe frontul literar el reprezintă analogul exact al multora dintre tinerii matematicieni pe care i-am întâlnit în Anglia și mai târziu în America în calitate de bursieri ai Commonwealth-ului britanic.

Anul pe care l-am petrecut la Cambridge a fost un an mare în analele fizicii, deoarece Cockcroft și Walton tocmai reușiseră, pentru prima oară, să scindeze atomul. Am văzut aparatura lor — o mulțime de cilindri de sticlă și plăci cu găuri adunate cu ajutorul așa-numitului liant De Kautinsky, care este o variantă apreciată de ceară roșie folosită în tehnica vidului. Am fost impresionat atunci și sînt impresionat și acum de felul în care fizicienii englezi, și, de fapt, fizicienii europeni în general, în loc de a aștepta (așa cum procedează mulți oameni de știință americani din prezent) o dotare uriașă, folosesc materialul aflat la dispoziția lor și, făcînd uz de ingeniozitate, realizează ceea ce s-ar părea că se poate realiza numai cu bani.

E drept că la Cambridge exista un laborator care necesita cheltuieli mari. Acesta era laboratorul de magnetism al unui fizician rus, P. L. Kapița, care proiectase generatoare puternice pentru a fi scurtcircuitate și împingea astfel curenți uriași prin conducte masive, care sîsiau și trosneau ca șerpii înfuriați în extraordinarul cîmp magnetic astfel creat. În Rusia, el a devenit pionierul laboratorului de tip mare, asemănător cu o fabrică, dintre cele pe care le-a folosit pentru prima oară Kammerlingh Onnes în Olanda pentru studiul temperaturilor joase și care în prezent este instrumentul standard pentru explorarea nucleului și proiectarea bombelor atomice. De aceea, de îndată ce am aflat de bomba atomică și de faptul că noi o utilizăm, am fost sigur că rușii, avîn-

du-l pe Kapița pentru a-i instrui în tehnica unui asemenea tip de laborator, nu vor avea nevoie de multă vreme pentru a stăpîni principiile și tehnica cercetării nucleare.

La Cambridge am dat de un cuplu de prieteni americani : o tînă ră doamnă care scrisese o teză sub conducerea mea în domeniul teoriei matricelor și își luase un concediu de un an de la serviciul ei universitar pentru a îmbina odihna cu cercetarea la Cambridge și un fost asistent la secția de matematică pe vremea cînd eu eram în al doilea an la M.I.T. Mai tîrziu, el plecase să studieze la München, unde a fost cît pe aci să se dueleze cu un ofițer din cauză că ajutase o doamnă americană să se urce într-un tramvai. A scăpat de duel printr-un truc ingenios, folosind dreptul de alegere a armei și alegînd arcul cu săgeți ; unul dintre prietenii săi a lansat imediat zvonul că este unul dintre cei mai pricepuți sportivi în mînuirea arcului. Cineva dintre noi a citit despre aceasta în ediția pariziană a ziarului *New York Times* și am trimis colegului nostru o scrisoare, chipurile, din partea societății arcașilor, comunicîndu-i că societatea îi acordă cea mai înaltă distincție. Fusesse întotdeauna cam credul, astfel încît înghiți toată povestea. Dar noi n-am putut să nu admirăm curajul său autentic și cred că scrisoarea sa onestă și sinceră a îndreptat ridicolul mai curînd în direcția noastră. În orice caz, am găsit la Cambridge un bun și plăcut tovarăș, întrucîtva cam limitat.

Am încercat să-l iau pe tînărul meu prieten american într-o excursie în apropiere de Cambridge. De astă dată însă mi-a jucat el mie un renghii, căci ținea mai bine la drum decît mine. A răspîndit cu atîtea amănunte povestea despre pretenția mea de a-l considera ca turist, încît mai tîrziu, cînd un alt american a vrut să facă o plimbare cu mine la Lake Country, mi-a venit greu să țin pasul cu el.

Cînd semestrul de toamnă era pe sfîrșite, profesorul Hardy mi-a făcut două propuneri. În primul rînd mi se oferea posibilitatea de a-mi publica la editura Universității Cambridge o carte asupra integralei Fourier : a doua propunere se referea la obiceiul curios

de la Cambridge de a se ține unele prelegeri pe baza delegației unui profesor. Profesorul Hardy avea dreptul să autorizeze orice persoană de a ține un curs în locul său și aceste prelegeri aveau să fie considerate de universitate și de direcția de studii ca ținute de el însuși. Așadar, mi se oferea posibilitatea să devin un cvasiprofesor al Universității Cambridge și să țin în semestrul al doilea un curs despre propriile mele lucrări asupra integralei Fourier, la fel cum cu mulți ani înainte fusesem un cvasistudent aici și frecventasem cursurile fără a fi înmatriculat, pe baza legăturilor mele cu Harvard.

La sfârșitul semestrului, când se apropia Crăciunul, am început să primesc invitații de la prietenii mei de pe continent pentru a ține prelegeri la universitățile lor. Profesorul Wilhelm Blaschke mă invita să iau cuvîntul la Hamburg, profesorul Karl Menger din Viena mă invita să locuiesc la el cîteva săptămîni, iar profesorul Philipp Frank de la Universitatea germană din Praga mă ruga să vin acolo pentru cîtev prelegeri.

Gîndindu-mă la aceste nume mi-aduc aminte pe cîte aveau să treacă acești oameni. Blaschke a venit în cursul celui de-al doilea război mondi dacă nu un nazist înfocat, cel puțin un sprijini înfocat al naziștilor și a scris articole de ridiculizare a matematicii americane. În special, el și-a ară disprețul pentru școala matematică de la Princeton pe care l-a denumit „un mic sat de negri”. Menger a ajuns în Statele Unite în calitate de refugiat. L-a ajutat să-și găsească un post la universitatea Notre Dame. Cred că acum lucrează la Institutul tehnic din Illinois. Frank a fugit și el în America pentru a scăpa de Hitler și de curînd a fost pensionat la Harvard.

Mulți dintre ceilalți matematicieni pe care i-am întîlnit în această călătorie pe continent — de fapt, majoritatea lor — se află acum în Statele Unite sau sînt decedați. Hahn de la Viena a murit; Artin din Hamburg este profesor la Princeton; Gödel, care a fost asistentul lui Menger la Viena, este, de asemenea, la Princeton, unde a dat multe din marile sale

lucrări care stau la baza logicii matematice. Von Mises de la Berlin, pe care l-am întâlnit mai târziu în această călătorie, a fost și el profesor la Harvard pînă la recentul său deces. De fapt, școlile matematice care dominau pe atunci continentul european ori s-au transferat peste ocean, ori și-au încetat cu totul existența. O mîna de tineri se luptă astăzi cu sarcina desperată de a reface aceste școli.

Am avut un timp minunat la Hamburg, unde am participat la viața Institutului matematic. Margaret, copiii și cu mine ne-am dus apoi la Berlin. Aici, Margaret m-a părăsit, plecînd cu copiii la Breslau pentru a-și vedea rudele, în timp ce eu mi-am continuat singur drumul spre Viena.

Mă decisesem dinainte să țin cîteva prelegeri la Praga și în timpul călătoriei i-am scris președintelui Masaryk, vechiul prieten al tatălui meu, sperînd să-l vizitez în timp ce voi fi în țara lui. Mi-am permis să-i scriu deoarece m-am identificat cu băiețușul pe care el îl văzuse atît de des pe cînd venea în vizită în casa tatălui meu și l-am anunțat că în curînd voi fi la Praga. Am primit un răspuns prompt, prin care mă invita pe Margaret și pe mine la palatul său din Praga. Am trecut prin Crconose tocmai în toiul sezonului de schi și mi-am dorit foarte mult să mai vin dată iarna aici.

Prietenii noștri ne-au întîmpinat la Praga, ne-au ajutat să găsim un hotel convenabil și ne-au primit cu o ospitalitate cordială. Am fost foarte impresionat cînd am aflat că unii membri din corpul didactic al Universității cehe au uitat ostilitatea lor tradițională față de cei de la Universitatea germană și au venit la prelegerile mele.

În sfîrșit, a sosit și ziua cînd trebuia să plecăm la Praga. Un automobil oficial ne aștepta la hotel și ne-a dus la palat pe un drum foarte prost, printr-un ținut agricol ce părea destul de prosper. La palat ne-a primit fiica lui Masaryk într-o încăpere plăcută, împodobită cu un înalt brad de Crăciun, în fața focului din cămin, pînă ce tatăl ei reveni din plimbarea călare, care făcea parte din regimul său cotidian.

Din caracterul neoficial al recepției reieșea limpede că eram considerați nu ca niște musafiri ai statului, ci prieteni de familie.

Președintele, bătrîn, binevoitor, cu barbă, întră îmbrăcat în costumul său de călărie. El își amintea foarte bine de vizitele sale în casa noastră din Medford Hillside și mi-a atras atenția că devin prea gras și că ar trebui să fac mai mult exercițiu fizic; m-a sfătuit să mă apuc de călărie, ca și dînsul. Și-a exprimat marea supărare în legătură cu ofensiva nazismului și avea foarte puține speranțe în privința viitorului Europei. Apoi s-a retras ca să se odihnească, iar după cîteva minute de conversație cu fiica sa, pe jumătate americană, ne-am retras și noi.

Margaret s-a întors curînd la Breslau¹, iar eu am luat trenul pentru Leipzig, în vederea unei scurte vizite la vărul Leon și pentru a ține o prelegere sau două la universitate. Cred că în perioada aceea l-am întîlnit pe Koebe, un om masiv și plin de sine, „cel mai mare expert în teoria funcțiilor“, după cum se spune că ar fi fost numit în orașul său natal din Brandenburg. Despre el se povesteau multe anecdote. Odată, cînd s-a dus să vadă „Cina cea de taină“ a lui Leonardo da Vinci, oribil mutilată de vreme, el ar fi spus: „Ce păcat! Acest tablou va pieri, în timp ce teorema mea privind uniformizarea funcțiilor analitice va trăi veșnic!“

Curînd după aceea am luat trenul pentru a mă duce în Olanda și a mă îmbarca pe vapor pentru a trece canalul. De astă dată, copiii se simțeau foarte bine, dar noi eram epuizați. Din fericire, fetele au dormit în timpul traversării, care a fost atît de grea cum poate fi numai o trecere a Mării Nordului pe timp de iarnă, dar noi, părinții, ne-am petrecut noaptea culcați pe podcaua cabinei, luptînd cu răul de mare.

În ziua următoare am sosit la Cambridge, unde am constatat că din cauza gerului s-au spart țevile din baie și a trebuit să așteptăm două zile neplăcute pînă ce instalatorul le-a putut repara.

¹ Wroclaw — *Nota trad.*

În acest timp trebuia să-mi încep cursul și s-o duc pe Barbara la grădiniță; ne-am descurcat cum am putut.

Cursul și cartea mea mergeau foarte bine. O mare parte a timpului mi-o petreceam la biblioteca Societății filozofice din Cambridge, în ale cărei publicații apăruseră unele dintre primele mele lucrări. În această bibliotecă am făcut cunoștință cu un om care a devenit unul dintre prietenii mei cei mai apropiați.

Obişnuiam să citesc pentru a mă recrea tot felul de cărți și reviste distractive, în special romane polițiste și periodice engleze populare, cum ar fi *The Strand* și *Pearson's*. Odată, răsfoind *The Strand*, am dat peste un foileton intitulat „Căutătorii de aur”. Era un roman științifico-fantastic conținând multe date autentice de știință și economie și o intrigă excelentă cu conspirație, urmăriri și evadări. Autorul era profesorul J. B. S. Haldane de la Trinity College din Cambridge. Pe copertă era fotografia unui bărbat înalt, viguros, cu sprâncene stufoase, pe care eu îl văzusem adeseori în biblioteca Societății de filozofie.

Cînd l-am revăzut pe Haldane la bibliotecă, m-am hotărît să intru în vorbă cu el, să mă prezint și să-mi exprim aprecierile în legătură cu romanul său. Era însă în text un amănunt asupra căruia voiam să-i atrag atenția. El folosisese un nume danez pentru un personaj care era islandez.

Haldane a primit bine această observație puțin cam impertinentă din partea mea și peste cîteva săptămîni ne-a invitat în fermecătoarea sa casă din Old Chesterton. Dar mai întîi a venit el la noi în timpul vacanței de primăvară, cînd eu tocmai eram plecat cu un prieten american într-o excursie cu autobuzul și apoi pe jos la Lake Country. Margaret nu-l văzuse niciodată pe Haldane, iar el era prea timid ca să-i explice clar cine era. Totuși, pînă la urmă, dînsa l-a recunoscut după descrierea mea. Haldane a invitat-o pe Margaret la el acasă pentru a-i face cunoștință cu doamna Haldane, însă soția lui plecase tocmai la Londra cu automobilul și era în întîrziere din cauza

dificultăților de circulație. Orele treceau, iar doamna Haldane nu mai venea. Haldane era dezolat, dar Margaret l-a liniștit. Într-un târziu Charlotte Haldane și-a făcut apariția. Ea i-a fost foarte recunoscătoare lui Margaret pentru atitudinea prietenoasă și plină de tact.

Soția lui Haldane era o tânără evreică, ziaristă și romancieră strălucită. Se purta foarte drăguț cu Margaret. S-a hotărât că, de îndată ce mă voi întoarce din Nord, cele două familii se vor întâlni.

Între timp, umblam prin locuri care, pe de o parte, îmi aminteau de dragul meu New Hampshire și, pe de altă parte, contrastau cu el. Windermere îmi amintea de Winnepesaukee, dar era mai îngust și mai puțin neregulat ca formă, iar dealurile dindărătul său erau mai joase, mai aride și mai sălbatic decât cele din jurul lacurilor noastre. Păduri și locuri deschise erau și aici și acolo, dar aici imaginea dominantă era mai degrabă cea a unor păduri înconjurate de mărăciniș și ogoare pe când dincolo erau pajiști înconjurate de păduri. Pe înălțimi era zăpadă. Nu atât de multă cât ar fi fost în New Hampshire în primele zile din aprilie, dar totuși suficientă pentru a da întregului tablou un aspect de iarnă. Casele erau aici din piatră nelucrată și nu din lemn, așa cum fusesem obișnuit; zidurile de piatră care despart ogoarele sînt mai înalte și ceva mai îngrijit executate decât cele de acasă. În ziua cînd m-am suit pe Scafell era frig, umed și vînt puternic.

Cînd ne-am întors din excursie, foarte împrăpătați, Margaret m-a condus la soții Haldane. Îmi amintesc că am jucat mult bridge cu ei, în diverse formații, familie contra familie, bărbați contra femei, evrei contra neevrei. Am avut și posibilitatea să stăm mult de vorbă. Cred că niciodată n-am mai întâlnit un om care să se fi priceput atât de bine să susțină o conversație și care să posede cunoștințe atât de multilaterale ca J. B. S. Haldane.

Curînd după ce am revenit din excursia mea la Lake Country, am început într-o zi să mă simt cam bolnav. A venit doctorul și a spus că am scarlatină. În ajun petrecusem o zi întreagă la prietenii noștri Bisonette,

asa că eram foarte mîhniți că i-am expus la molipsire, mai ales pe băiețașul lor. Dar nu mai era nimic de făcut și ambulanța veni să mă ia la spitalul pentru contagioși din Cambridge, situat într-o suburbie a orașului.

Am avut parte de o încăpere plăcută, cu verandă și încălzită cu o sobă care era necesară, deoarece uneori vremea era încă rece și neplăcută, deși eram în plin mai. Încăperile erau despărțite prin pereți de sticlă și, de îndată ce am început să mă simt mai bine, ceea ce s-a întîmplat foarte curînd, am putut să mă distrez jucînd pătrățele cu bolnavul din camera alăturată, fără să ne atingem, folosind o bucată de hîrtie pe care am aplicat-o pe peretele de sticlă. Am avut o mulțime de vizitatori de la universitate — mai ales prietenul meu Paley venea deosebit de des — și nu mi-a fost imposibil să lucrez cîte puțin și să fac unele corecturi la textul cîntii mele. La începutul lui iunie eram în convalescență, dar ceea ce mi-a lipsit cel mai mult a fost faptul că nu am putut să particip la sărbătorile și distracțiile „Săptămîinii de mai”¹, care cădea la începutul lui iunie. E drept că infirmierele mi-au povestit toate bîrfelile și întîmplările din oraș.

Cînd am părăsit spitalul, anul universitar se încheiase deja și viața în Cambridge intrase pe făgașul plictiseli obișnuite într-un orașel universitar în timpul vacanței de vară. Continuam să ne întîlnim foarte des cu familia Haldane și mă scăldam adesea împreună cu Haldane în riul Cam, care trecea pe lîngă casa lor. Haldane obișnuia să-și ia pipa cu sine chiar în timp ce înota. Imitîndu-l, înotam și eu cu țigara în gură și, după cum îmi era obiceiul, cu ochelarii pe nas. Pentru cei care ne priveau din bărci făceam, probabil, impresia a două mari animale acvatice, un fel de morse, una lungă și una scurtă, care se joacă în apă.

Mai tîrziu în cursul verii trebuia să particip la Congresul matematic din Zürich, astfel că Margaret, fetele și cu mine am plecat în Elveția. Ne-am oprit din nou

¹ *Săptămîina de mai* — perioada competițiilor sportive, care urmează la Cambridge după sesiunea de examene din primăvară, în mai sau iunie. — *Nota trad.*

la hotelul „Belle-Rive“ din Bönigen. Bunii noștri prieteni — proprietari — mai erau încă acolo, dar pe punctul de a lichida întreprinderea.

Am găsit acolo o fată de la țară care a fost de acord să vină cu noi la Zürich pentru a îngriji de copii în timp ce noi eram ocupați la congres. În drum spre Lucerna și mai târziu spre Zürich am constatat în tren că clanul matematicienilor începea să se adune. Vechea noastră prietenă Emmy Noether — probabil cel mai bun matematician de sex feminin care a existat vreodată și pe care am cunoscut-o în vremea petrecută la Göttingen — era în tren și arăta, ca întotdeauna, ca o spălătoreasă energică și foarte mioapă. Era însă o persoană foarte prietenoasă și mulți studenți se învîrteau în jurul ei ca puii pe lângă o cloșcă bună și maternă.

Am închiriat niște camere ieftine la căminul „Christliches Hospiz“, situat pe dealurile de lângă Zürich. Era echivalentul elvețian al unui cămin de tip Y.W.C.A. sau Y.M.C.A.¹ Aici domnea o atmosferă cam bigotă, dar hrana era bună, împrejurimile erau minunate, iar lucrul cel mai bun era o mică grădină zoologică din vecinătate, unde copiii se puteau amuza mai ales privind puii de animale de toate felurile.

Așa cum este uzul la asemenea congrese, am avut un program foarte bogat și în orele de activitate și în timpul liber, cu tot felul de excursii și distracții. Universitatea și institutul politehnic se întreceau care mai de care pentru a ne face șederea plăcută. Ne-am întâlnit cu mulți vechi prieteni, precum și cu cei care aveau să devină noii noștri prieteni. Pe vremea aceea aveam deja destul prestigiu pentru a mi se cere să prezidez ședințele uneia din secțiile poliglote. Nu era lucru ușor să fii arbitru într-o dispută la care participa un italian arțăgos vorbind o franceză foarte proastă și un german tot atât de bătaios care nu cunoștea aproape de loc franceza.

În timpul unei excursii — mi se pare că era o plimbare cu vaporul pe lac —, doi matematicieni italieni

¹ Young Women's Christian Association — Asociația tinerelor femei creștine, respectiv Young Men's Christian Association — Asociația tinerilor bărbați creștini. — *Nota trad.*

m-au întrebat cum aş primi o invitaţie de a ţine conferinţe în Italia. Nu aveam nici o simpatie pentru fascism şi nu mi-au plăcut auspiciile întru totul fasciste şi oficiale ale acestei invitaţii. Am discutat chestiunea cu Leon Lichtenstein, care şi el participa la congres, dar el m-a sfătuit să uit de politică şi să accept oferta. Propunerea nu s-a mai repetat însă; probabil că ei ajunseseră la concluzia că opiniile mele n-ar fi pe placul Italiei fasciste.

Paley, care era şi el acolo, mi-a comunicat că a luat măsurile necesare să vină în toamnă în Statele Unite pentru a lucra împreună cu mine. Însă eu am fost întrucîtva alarmat de superioritatea britanică care emana din el şi de felul în care îşi bătea joc de insuficienţele nefericiţilor elveţieni. Am folosit prilejul pentru a-l domoli, căci simţeam că e mai uşor să critic naţionalismul său copilăresc aici, unde eram amîndoi străini, decît mai tîrziu în Statele Unite, unde ar fi trebuit să fiu mai curtenitor în calitate de gazdă.

La sfîrşitul congresului, obosiţi şi epuizaţi, am luat trenul prin Germania spre Hamburg, unde ne-am imbarcat pe un vapor al societăţii Norddeutscher Lloyd. Eram dornici să ne întoarcem din ceea ce fusese un concediu, dacă nu şi o destindere, şi să revenim la o viaţă obişnuită, rezonabilă.

DIN NOU ACASĂ. 1932—1933

Ne-am întors la Boston sănătoși și fericiți. Margaret a pornit de îndată să caute o locuință nouă, dar chiar înainte de a ne putea instala în ea, părinții m-au convocat urgent. Eram obișnuit cu aceste invitații fără drept de apel, dar, cu toată sinceritatea, nu puteam să văd nimic în conduita mea recentă care să-i fi putut determina să mă cheme la telefon și să-mi vorbească cu glasuri iritate.

I-am găsit într-o stare de mare agitație. Tata primise o scrisoare insultătoare de la un coleg filolog din Germania cu care încercase să corespundă și ambii mei părinți considerau că contactele mele cu matematicienii germani, care n-aveau nici cea mai mică legătură cu filologul respectiv, trebuie să fie interpretate ca o lipsă de loialitate față de familie.

Sentimentele tatii pentru Germania erau, așa cum am mai arătat, contradictorii. Ajunsese să urască tradiția în care crescuse și să se simtă respins tocmai de acei la a căror apreciere ținuse mai mult. Sentimentele mamei erau parte influențate de starea de spirit a tatii și parte determinate de dorința de a-și afirma solidaritatea cu opiniile predominante în cercurile universitare de la Harvard, subliniind astfel ultraamericanismul ei.

Margaret și cu mine nu ne dădeam seama prin ce am meritat torentul de atacuri care s-a revărsat asupra noastră. Mai mult, acum nu erau vechile atacuri, mai mult sau mai puțin amicale, cu care ne obișnuim

sem; tonul avea o stridență, care indica că tata era într-o stare critică. Ceva nu era în regulă, era mai mult decît un acces obișnuit de mînie.

Seara, părinții s-au dus să se plimbe, lăsîndu-ne singuri acasă. Curînd s-au întors într-o stare de mare alarmă. Am aflat că tata, pe cînd trecea strada, a fost lovit de un automobil. Nu părea să fi fost accidentat grav și, deși nu se putea servi de un picior, se părea că-l supăra mai mult accidentul ca atare, iar nu vreo leziune mai profundă. Am chemat pe doctorul familiei, un domn mai în vîrstă, din aceeași generație cu părinții mei și cu maniere corespunzătoare, ceea ce pentru ei însemna cu mult mai mult decît eficiența grosolană a doctorilor din generația mea. El a decis să-l lase pe tata acasă peste noapte.

În ziua următoare, tata nu s-a simțit mai bine și la 24 de ore după accident a fost trimis să-și facă o radiografie la spitalul Mount Auburn. Era o fractură de col de femur și ne-am dat toți seama că pentru tata începeau vremuri grele. Înainte de a se putea face o intervenție chirurgicală era necesar să i se aline durerea și să i se calmeze agitația și teama de moarte.

Medicamentul ales a fost paraldehida, în general unul dintre sedativele cele mai inofensive, dar care în cazul tatii s-a dovedit a avea reacții absolut indurabile. Majoritatea timpului, tata delira. Pacienții agitați nu sînt bine văzuți în spitale și a fost necesar ca tata să fie trimis într-o instituție specializată pentru cazuri de acest gen. Între timp însă, chirurgul își văzuse de treaba lui.

Astfel, de îndată după revenirea mea în America, am fost nevoit să-l vizitez zilnic pe tata, mai întîi la un spital, apoi la altul, iar cînd a început să se refacă, să-l plimb cu automobilul nostru în afara orașului pentru a-i da posibilitatea să respire aer curat. Treptat, fractura lui s-a vindecat și starea de surescitare a încetat. L-am dus înapoi acasă la el și, în cele din urmă, a mers zilnic să-și continue cercetările la biblioteca din Harvard, dar exuberanța aproape tinerească care-l caracterizase înainte de accident o pierduse pentru totdeauna.

În această perioadă atît de critică, am aflat că co-

legul meu englez Paley urma să vină pentru a lucra un an cu mine, avînd o bursă de stat. Am străbătut cartierele sumbre ale Bostonului de est pentru a-l în-tîmpina la debarcader. El se afla acolo cu două geamantane mari, pe care doar un uriaș ca dînsul putea să le care cu ușurință, și mai avea și un voluminos echipament de schi.

În următoarele cîteva săptămîni mi-am împărțit timpul între vizitele la tata și munca științifică în-cordată cu Paley.

Paley avea o admirație fără rezerve pentru Littlewood și cred că această admirație a crescut mult datorită performanțelor alpiniste ale lui Littlewood. Sursele elanului său, care îi permiteau să învingă orice dificultate, proveneau nu numai din propria sa natură impetuoasă, dar și din admirația sa pentru Littlewood. Paley era liderul generației tinere a matematicienilor britanici și, dacă n-ar fi survenit moartea sa timpurie, el ar fi fost în prezent stîlpul matematicii britanice.

Paley și cu mine lucram împreună folosind o tablă neagră mare care se afla într-o sală de curs prăfuită, abandonată și slab luminată de la M.I.T., transformată în hala de vechituri a secției de matematică. Ne-am decis să continuăm unele lucrări pe care le începusem eu în legătură cu proiectarea circuitelor electrice și am atacat problema cu toate instrumentele pe care le aveam la dispoziție în repertoriul nostru comun. Rolul meu era cu precădere acela de a formula problemele și liniile mari ale posibilităților de a le ataca, sarcina de a duce lucrurile pînă la capăt revenind, de regulă, lui Paley.

El a adus în această colaborare o superbă măiestrie a matematicii considerată ca joc și a adăugat un mare număr de trucuri la armamentul cu ajutorul căruia poate fi atacată aproape orice problemă, dar aproape că nu avea nici o înțelegere pentru rolul matematicii printre celelalte științe. În multe probleme pe care le-am atacat, eu vedeam, după cum îmi este obiceiul, o posibilitate de aplicare fizică sau chiar inginerească și simțul meu în această privință determina adesea imaginile pe care mi le formam și instrumentele cu

care abordam rezolvarea problemelor. Paley era dornic să deprindă metodele mele, după cum eu eram dornic să le învăț pe ale lui, dar nu-i venea ușor să-și însușească punctul meu de vedere aplicativ și nici nu cred că i se părea pe deplin sportiv. Probabil că eu l-am șocat, ca și pe prietenii mei englezi, prin faptul că eram gata să trag în vulpea matematică când nu reușeam să-i vin de hac prin hăituire.

O problemă interesantă pe care am abordat-o împreună a fost aceea a condițiilor care restrâng transformarea lui Fourier pentru funcțiile ce se anulează pe o semidreaptă. Aceasta este în sine o problemă matematică serioasă și Paley a atacat-o cu vigoare, dar ceea ce mă ajuta pe mine și nu putea să-l ajute pe Paley era faptul că problema ținea în mod esențial de electrotehnică. Se știe de mulți ani că există o anumită limitare a preciziei cu care un filtru electric izolează o bandă de frecvențe, deși fizicienii și inginerii nu cunoșteau de loc profundele temeuri matematice ale acestei limitări. Rezolvînd ceea ce pentru Paley era o problemă de șah frumoasă și dificilă, cu totul autonomă în sine, eu am arătat, în același timp, că limitările cu care lucrau inginerii electrotehnicieni erau exact acelea care împiedică viitorul să influențeze trecutul.

Deosebirea dintre Paley și mine era în esență aceeași ca deosebirea dintre un mare clasicist englez în stil tradițional și tatăl meu. Eu îl iubeam pe tata și, în ciuda severității sale, îi cunoșteam părțile sale omenesti, dar el nu era Mr. Chips¹. Ceea ce pentru Mr. Chips era un joc subtil și dificil, pentru tata era o bătălie pe viață și pe moarte pentru realizarea ideilor sale ca instrument de modificare a lumii exterioare. Eu îi respect și îi înțeleg pe savanții englezi, dar mă simt puternic legat de tradițiile Europei continentale.

Paley era un entuziast al schiului, deși nu era un schior extraordinar. Avea obiceiul de a umbla fără teamă pe versanții interziși și își semnala apariția

¹ Profesor care se devotază cu abnegație elevilor săi, erou al romanului *Adio, domnule Chips* de James Hilton și al filmului cu același nume, foarte populare în lumea anglosaxonă. — *Nota trad.*

masivă pe schiurile mari și lungi într-un fel care determina pe schiorii localnici să-l privească alarmați. De fapt, concepția de viață a lui Paley era să ducă o existență periculoasă. Pentru dînsul, orice concesie față de risc și orice încercare de autoconservare era un semn de slăbiciune, adică un lucru incompatibil cu integritatea unui sportiv.

Paley ne-a vizitat la New Hampshire. A dat dovadă de o remarcabilă lipsă de înțelegere a vieții noastre de acolo și modului nostru de comportare. Nu eram de loc surprins avînd în vedere experiența cu lipsa sa de tact din Elveția. Cînd a avut unele neplăceri cu mașina pe drumul către New Hampshire, a încercat să-i plătească pe trecătorii care ne-au ajutat să o reparăm, chiar și atunci cînd i-am spus că aceștia erau vecinii noștri, care ne-au dat asistență din pură prietenie pentru noi și ar fi resimțit ca o jignire orice încercare de a fi plătiți.

Este drept că, atunci cînd și-a dat seama ce înseamnă în realitate viața în America și cadrul american, a început să respecte poporul american pentru firea lui prietenoasă și independentă. Fapt este că Paley a rămas cu o fire de școlar pînă la moarte și ar fi rămas tot așa chiar dacă ar fi trăit pînă la 80 de ani.

Am aflat mai tîrziu că mîndria exagerată și căutarea permanentă a pericolelor care îl caracterizau pe Paley erau în parte explicabile printr-un fel de impuls spre moarte. În orice caz, doi dintre verii săi au avut un sfîrșit violent, ca și Paley însuși mai tîrziu. Unul din ei a murit într-o catastrofă automobilistică, iar altul într-un accident în munți.

În timpul vacanței de Crăciun, Paley s-a dus să schieze la Adirondacks împreună cu un prieten irlandez care, cred, era și el un bursier al Commonwealth-ului britanic; după ce au schiat, au plecat mai departe spre Montreal. Cred că aproape și-au distrus automobilul la Adirondacks, iar apoi s-au încurcat cu un grup de gangsteri din New York care plecau spre Montreal pe vremea prohibiției. Paley s-a întors acasă la Boston mai degrabă surescitat decît potolit. Pe vremea aceea eram încredințat că cel mai bun lucru ce i se putea întîmpla ar fi fost să treacă printr-un peri-

col real și să aibă o experiență dureroasă, ceva care să se apropie de un accident mortal.

În aprilie, el a pornit cu câțiva prieteni din Boston la o partidă de schi în munții stîncoși ai Canadei. Lîngă cabana unde s-au oprit erau destui versanți siguri și interesanți pentru schi, dar conducătorul grupului a eliminat din perimetru unii versanți din vecinătate deoarece probabilitatea avalanșelor era mare. A-i interzice însă un lucru lui Paley însemna să fii sigur că el îl va face.

În curînd am primit o telegramă de la tovarășii săi că a murit într-un accident de schi. La o cotitură se abătuse pe unul din versanții interziși. Se pare că nimerise cu schiurile sale grele într-un loc unde avalanșa era tocmai gata să pornească. Peste o zi sau două, corpul său, cu un picior rupt, a fost găsit la 3 000 de picioare mai jos. A fost înmormîntat la Banff, iar mie mi-a revenit îndatorirea penibilă de a o informa pe mama lui și pe prietenii săi englezi. Mi-a trebuit cîtva timp pînă să-mi recapăt un echilibru mental suficient pentru a-mi permite să mă ocup de lucru și de tot ce se întîmpla în jurul meu.

În curînd am intrat într-un grup din jurul fizicianului mexican Manuel Sandoval Vallarta. El mi-a făcut cunoștință cu fiziologul mexican Arturo Rosenblueth, mîna dreaptă a marelui fiziolog de la Harvard Walter Cannon, despre care îmi amintesc că l-am văzut pe cînd eram de vreo opt ani. Lucraseră împreună în multe domenii ale fiziologiei, în special în neurofiziologie. Pe vremea aceea era deja limpede că, indiferent ce curs ar fi luat cariera științifică a lui Arturo la Harvard, destinul său științific era să ducă mai departe marea tradiție a lui Cannon.

Arturo era un om viguros, de statură mijlocie, cam plin, cu mișcări rezezi și vorbire rapidă, care atunci cînd gîndea umbla cu rezeziciune dintr-un capăt al camerei în altul. Nimeni care îl vedea în mediul mexican nu se putea îndoi că era un adevărat mexican, deși partea mai mare a moștenirii sale genetice provenea din alte părți, în special din Ungaria.

De la bun început, Arturo și cu mine ne-am înțeles foarte bine, deși a te înțelege bine cu Arturo nu în-

semna să nu te afli în dezacord cu el, ci mai curînd să guşti aceste dezacorduri. O trăsătură care ne era comună o constituia marele interes pentru metodologia ştiinţifică; o alta consta în aceea că noi consideram că împărţirea ştiinţei în diferite discipline era o convenţie administrativă, necesară pentru comoditatea distribuirii banilor şi eforturilor, dar pe care fiecare om de ştiinţă activ trebuie s-o depăşească ori de cîte ori cercetările sale i-o cer. Ştiinţa, consideram noi, trebuie să fie un efort de a colabora.

Arturo a aplicat cel puţin o parte a ideilor sale cu privire la ceea ce trebuie să fie ştiinţa în cursul unui seminar particular asupra metodelor ştiinţei ținut la Școala medicală de la Harvard. Însă nici unul dintre participanții la acest seminar nu era medic. Manuel Vallarta, ca și alții de la M.I.T., inclusiv eu, am participat în mod regulat la acest seminar. Adesea veneau și cîțiva din secțiile Harvardului așezate în Cambridge¹. Natural, la aceste desfătări, amfitrionul principal era Arturo, dar, dacă ar mai fi fost vorba să ia cineva frînele discuției în mînă, cred că, prin consens general, această persoană aş fi fost eu. Cîțiva ani, seminarul a constituit o cooperare preliminară, pînă i-a luat locul cooperarea finală și definitivă din ultimii douăzeci de ani.

Deși seminarul nostru n-a făcut niciodată parte din învățămîntul oficial al Școlii medicale de la Harvard sau al unei alte instituții, mulți dintre participanții săi vor recunoaște că acest seminar a constituit pentru ei baza marelui interes pentru filozofia ştiinţei, ba chiar i-a inițiat în unele metode specifice ale gîndirii și cercetării.

După ce Arturo a părăsit Școala medicală de la Harvard, plecînd la Mexico, noi doi am continuat să organizăm întîlniri similare — fie împreună, fie separat — la Mexico City sau la M.I.T. Am reușit să refacem în mare parte atmosfera primelor noastre întîlniri, deși poate că nu ne-a fost posibil să reînviem entuziasmul activ din tinerețe, pe vremea cînd succesele noastre principale țineau de viitor. În ultimii ani,

¹ Suburbie a orașului Boston. — Nota trad.

seminarul și-a câștigat o reputație științifică care i-a făcut pe unii oameni de știință ambițioși să încerce a folosi prestigiul grupului spre propriul lor avantaj.

Pînă în cele din urmă, tema numeroaselor discuții dintre Rosenblueth și mine, atît în particular cît și în cadrul seminarului nostru, a devenit posibilitatea aplicațiilor matematicii, și în special a teoriei comunicațiilor, la fiziologie. Ne-am trasat un program de eforturi comune în aceste domenii, în așteptarea unui viitor cînd am putea lucra mai susținut împreună.

SE ANUNȚĂ RĂZBOIUL. 1933—1935

Cît am stat la Cambridge, în Anglia, criza atinsese apogeul. Cînd ne-am întors, am constatat că ea intrase într-o fază nouă și că pericolele pe care le purta în sine erau pe cale de a se realiza. Anglia își devalorizase moneda cam pe vremea cînd Paley sosise în America, iar el mă asigură că aceasta fusese o măsură de inteligență extremă, care în final îi va da Angliei un avantaj economic decisiv. Mi-a spus, pe bună dreptate, că și noi vom adopta în mod forțat aceeași măsură, dar că prima națiune care acționase cîștigase prin aceasta un avantaj pe care nu-l va mai putea avea nimeni dintre cei care o vor urma. Era clar că lumea începuse să fie supusă unor șocuri cărora echilibrul economic precar încropit după primul război mondial și sistemul social precar care îl însoțea nu erau în stare să le facă față.

Cînd l-am văzut ultima dată pe Leon Lichtenstein la Zürich, l-am găsit foarte deprimat, mai ales din cauza succeselor politice pe care le obținuse în Germania Adolf Hitler și partidul nazist. El știa că puciul însemna necazuri și că necazurile nu erau departe. Am citit în ziare despre măsurile antisemite și, cînd acestea au fost publicate în buletinele de știri din străinătate, Leon mi-a trimis o scrisoare emoționantă și disperată. El nu așteptase puciul pentru a fugi din Germania în Polonia. Îmi scria dintr-un hotel din Zăcopane, din Munții Tatra, cerîndu-mi să-i găsesc o slujbă în Statele Unite.

Am început de îndată să explorez posibilitățile, dar înainte de a fi putut întreprinde ceva, am primit o altă știre — cred că de la soția lui Lichtenstein — că Leon a murit de pe urma unui atac de cord. Atunci mi-am dat seama că noi, matematicienii americani, trebuia să sacrificăm o parte din timpul nostru și să facem laolaltă un efort sistematic pentru a găsi slujbe și posibilități de trai multor oameni de știință nevoiți să plece din țările lor.

Cam tot în același timp am primit o scrisoare foarte tragică de la doamna Szász, soția unui ungur simpatetic, care mă luase sub protecția sa pe vremea studenției mele la Göttingen. Din fericire, urma să se țină în curînd o reuniune a Societății matematice și am avut șansa de a discuta cu un coleg de la Cincinnati, Irving Barnett, același care mă introdusese în teoria integralei generalizate. Barnett se oferea să-i găsească un loc lui Szász la Cincinnati, iar pînă ce va cunoaște mai bine limba engleză M.I.T. era gata să-l primească pentru un an sau doi.

În curînd, Szász sosi, iar peste cîtva timp sosiră și fiica și fratele său. Sînt vreo douăzeci de ani de cînd și-a făcut o carieră în America, unde în ultima vreme talentele sale, într-adevăr remarcabile, au fost mai bine apreciate decît în Germania.

Dar Szász n-a fost decît primul din marele șuvoi de emigranți, dintre care mulți au trecut prin mîinile mele. I-am ajutat pe Rademacher, Pólya, Szegő și pe mulți alții să-și găsească plasament.

Rademacher de la Breslau fusese invitat la Universitatea din Pennsylvania de profesorul J. R. Kline. Specialitatea lui, teoria analitică a numerelor, nu era prea bine reprezentată în Statele Unite înainte de sosirea lui, dar el a format aici o școală și multe din lucrările sale cele mai bune au fost elaborate în Statele Unite.

Pólya și Szegő sînt doi unguri deosebit de tari în domeniul analizei clasice. Între timp, ei scriseseră un fel de manual foarte interesant care cuprindea un mare repertoriu al problemelor de cercetare, exact la nivelul la care novicele în cercetare le poate ataca cu fo-

los. Amîndoi au fost primiți de Leland Stanford University, unde Pólya s-a pensionat de curînd.

Emmy Noether, cea mai mare matematiciană pe care a cunoscut-o vreodată lumea, a fost primită cu multă căldură la colegiul din Bryn Mawr. Din nefericire, după cîțiva ani, ea a murit acolo din cauze aparent nelegate de regimul nazist.

Menger îmi scrisese din Viena pentru a vedea dacă n-ar putea să-și găsească un refugiu în Statele Unite înainte de prăbușirea Austriei, iar noi i-am procurat o invitație din partea Universității Notre Dame. Mai tîrziu, el a trecut la Institutul politehnic din Illinois.

Von Neumann, care fusese un fel de copil-minune, a avut parte de o bună primire la Princeton, împreună cu Einstein și Hermann Weyl, care este fără doar și poate cel mai mare matematician german de la Hilbert încoace. Cu toții s-au mutat mai tîrziu la noul Institut de prospectare¹, întemeiat la Princeton la propunerea și sub conducerea lui Veblen. Veblen și Kline au fost, probabil, cei doi americani care s-au ocupat cel mai mult de refugiații europeni, dar îmi place să cred că și eu mi-am adus contribuția în acest domeniu.

De îndată ce s-a pus problema, am încercat să intru în contact cu organizațiile filantropice și cu familii particulare evreiești pentru a obține fonduri în vederea sarcinii imens de grele de a salva cît mai mulți oameni de știință de sub nazism. În această acțiune am întîmpinat diferite reacții. Societățile de binefacere se abțineau de foarte multe ori să-i ajute pe oamenii de știință evrei refugiați sub cuvînt că aceștia erau prea departe de iudaism. Mai mult, era tocmai perioada cînd mișcarea sionistă era la apogeu, iar sioniștii considerau că acea parte a fondurilor de binefacere care urmează să se cheltuiască în străinătate sau în folosul străinilor trebuie să fie îndreptată în primul rînd spre acțiunile sioniste și numai în al doilea rînd — dacă era loc pentru al doilea rînd — spre alte cauze.

Am căpătat totuși sume considerabile de bani de la organizațiile filantropice evreiești, dar cred că cel

¹ Institute for Advanced Study.

puțin jumătate din fondurile de care aveam nevoie a provenit de la universitățile noastre și din partea unor organizații pentru subvenționarea științei, cum ar fi Fundația Rockefeller și Fundația Guggenheim.

Tocmai în perioada fluxului de emigranți am primit invitația de a lucra la Academia Națională de Științe. Această instituție fusese întemeiată pe vremea războiului civil, avînd sarcina de a pune serviciile oamenilor de știință din Statele Unite la dispoziția guvernului american. În cursul anilor, importanța ei guvernamentală a cedat treptat locul funcției secundare de a stabili care oameni de știință americani pot fi considerați ca fiind consacrați. Aici a existat totdeauna un vast teren pentru intrigi politice în jurul științei și aceasta mi-a dispăcut. Pentru mine, clădirea Academiei Naționale a devenit un simbol al pretenției goale în știință și al oamenilor de știință preocupați să poarte redingote impecabile și pantaloni îndungi. După o scurtă perioadă, în cursul căreia curiozitatea mea cu privire la casta privilegiată a științei a fost amplu satisfăcută, m-am retras.

În toată perioada de după vizita mea în Anglia și dinainte de vizita mea în China am fost, probabil, cel mai activ participant la întrunirile Societății matematice. Un om de știință tînăr și începător nu poate să-și permită să consume prea mult timp pentru asemenea lucruri. Savanții mai vîrstnici, printre care, cu regret, mă consider eu acum, nu mai au energia pentru a participa prea mult la agitația sesiunilor și, de fapt, nu pot participa la ele fără a fi solicitați să prezideze sau să facă parte, într-un fel sau altul, din comisiile de conducere. Mai mult, autoritatea unui asemenea om de știință îi permite să aștepte ca alții să vină la el, fără a avea nevoie să meargă el în întîmpinarea lor. Așadar, vîrsta medie este cea mai convenabilă pentru participarea la tot felul de întîlniri.

Printre întîlnirile cele mai plăcute erau cele care aveau loc de obicei în timpul vacanței de primăvară, în Sud. Cu o plăcere autentică părăseam Bostonul, aflat pe jumătate în iarnă, și trecînd peste întinderile reci din Massachusetts și Connecticut, unde pe copacii goi abia se zărea un abur verde, ajungeam în Penn-

sylvania și Maryland, unde era într-adevăr o bucurie să privești albul plantațiilor de corn și purpuriul „arborelui lui Iuda“. Adesea luam cu noi pe una din fete, care se bucura de această călătorie tot atît de mult ca și noi.

Dar nu la una din aceste minunate întruniri de primăvară, ci într-o geroasă zi de iarnă la Cambridge, cînd temperatura scăzuse la minus 18° și în friguroasa sală de clasă din Radcliffe, unde ședeam, ne ieșeau aburi din gură, s-a anunțat că profesorul Morse de la Institute of Advanced Study și cu mine am primit Premiul Bôcher pentru analiză. Era un lucru plăcut să fii cunoscut, dar era și mai plăcut să primesc această recunoaștere din partea unui matematician a cărui opinie o prețuiam mai mult decît a oricărui altuia : Hermann Weyl.

Un lucru de cinste care îi revine în mod normal unui matematician american care se bucură de succes este propunerea de a scrie o carte pentru așa-numita Colloquium Series. Satisfația pe care o aduce o asemenea propunere este echivalentă cu primirea unui premiu. Posibilitatea unei propuneri de acest fel a fost discutată cu cîțiva ani înainte, sprijinitorul meu cel mai entuziast fiind Tamarkin. Propunerea veni după moartea lui Paley. Dacă el ar fi trăit, ne-am fi unit eforturile pentru a scrie această carte. Dar acum, cînd era mort, am considerat de datoria mea să încorporez în carte diferite cercetări pe care le-am făcut împreună, precum și alte studii pe care le-am făcut eu în aceeași direcție.

Titlul cărții era *Fourier Transforms in the Complex Domain* (Transformarea Fourier în domeniul complex) iar ca autori eram indicați amîndoi, Paley și cu mine. Materialul cărții l-am prezentat la întrunirea din vara lui 1933, care s-a ținut în fermecătorul centru de învățămînt Williamstown.

Aproximativ în același timp, în anul universitar 1933—1934, la catedra de matematică de la M.I.T. au apărut cîțiva tineri studenți interesați. Unul dintre membrii marcanți ai acestui grup era Claude E. Shannon. El a avut o idee care chiar pe vremea aceea părea profund originală și care de atunci încoace s-a

justificat, producînd un mare număr de lucrări despre schemele cu relee și contacte, despre mașinile de calcul și teoria informației.

Trebuie să spun cîte ceva despre conținutul acestei idei, ale cărei implicații sînt de importanță majoră în activitatea științifică curentă. Cu toții cunoașteți comutatoarele de perete, care, închizîndu-se și deschizîndu-se, aprind lumina în casă.

În cazul cel mai simplu, fiecare comutator acționează asupra unui singur bec. Totuși, aranjamente mai complicate intervin aproape în fiecare casă. De exemplu, lumina de pe o scară o puteți aprinde folosind comutatorul din josul scării sau comutatorul din capul de sus al scării. Se poate aranja astfel încît unul și același bec să fie aprins sau stins cu ajutorul a patru sau cinci comutatoare diferite. Descoperirea lui Shannon a fost că modul de proiectare cu maximum de economie a acestor circuite cu comutatoare este, de fapt, o ramură a algebrei logicii.

Circuitele cu comutatoare se află în inima centrelor telefonice automate și deosebitele talente ale lui Shannon s-au dovedit a fi exact ceea ce îi trebuia Companiei Bell. În calitate de salariat al acestor laboratoare, Shannon pășea dintr-un triumf în altul. Preocupările sale au început să cuprindă măsura generală a informației, șoarecele electric care poate să-și învețe drumul într-un labirint, jucătorul automat de șah, problema codării și decodării mesajelor și, de fapt, întregul domeniu al teoriei moderne a informației. În toate acestea, el rămînea credincios primei sale iubiri pentru problemele de natură precisă: „da sau nu“, cum ar fi cele ale comutatoarelor, preferîndu-le problemelor pe care pare să le sugereze scurgerea continuă sau aproximativ continuă a electricității.

Astfel, Shannon a devenit unul dintre spiritele majore ale epocii noastre, a computerilor electronici și a uzinelor automate. Mai mult, tocmai datorită lucrărilor sale, mînuirea logicii simbolice, cea mai formală dintre toate disciplinele, a devenit o parte integrantă a activității științifice complexe de la Bell Telephone Laboratories.

Deși Shannon era un M.I.T.-ist, iar Bush a fost prin-

tre primii dintre noi care l-au înțeles și l-au apreciat, Shannon și cu mine am avut relativ puține contacte în cursul studenției sale la M.I.T. De atunci, amîndoi ne-am dezvoltat pe direcții, deși diferite, totuși paralele, iar relațiile noastre științifice au căpătat o mare amploare și adîncime.

În primii ani ai deceniului al 4-lea, în secția noastră și-au făcut apariția doi tineri, W. T. Martin și Robert Cameron. Mai tîrziu, Martin ne-a părăsit pentru a deveni șeful secției matematice de la Syracuse, iar strălucita sa operă de organizare a acelei catedre ne-a făcut să-l rechemăm în calitate de șef al catedrei de matematică de la M.I.T. Sinceritatea sa și prietenia sa înțelegătoare față de ceilalți membri ai corpului didactic au contribuit într-o măsură uriașă la aducerea catedrei noastre la nivelul său actual. El și cu Cameron au lucrat mult împreună pe linia studiilor mele asupra mișcării browniene și au organizat acest domeniu într-o ramură consacrată a cercetării matematice. Ulterior, Cameron ne-a părăsit pentru Universitatea din Minnesota, dar timp de mulți ani el a continuat să lucreze din cînd în cînd cu Martin.

Pe vremea aceea existau trei tineri care studiau matematica și care s-au atașat mai mult de orientarea lucrărilor mele. Aceștia au fost Norman Levinson, Henry Malin și Samuel Saslaw.

Saslaw era cel mai în vîrstă dintre cei trei și acționa ca un adevărat frate mai mare al grupului. Levinson era în mod cert cel mai tare ca matematician și a fost unul dintre cei care m-au succedat în calitate de laureați ai Premiului Bôcher. În prezent, el este la M.I.T. unul dintre cei mai pricepuți cercetători din generația mijlocie. Malin a contribuit în mare măsură la întărirea spiritului de colaborare de care un asemenea grup de tineri avea nevoie pentru a face față dificultăților cercetării matematice.

Levinson a început să facă cercetări sub conducerea mea la o vîrstă foarte crudă. Încă înainte de a-și fi încheiat lucrarea de licență luase o lucrare de-a mea care era deja o extindere a teoriei seriilor Fourier și a dezvoltat-o. Am simțit că băiatul obținuse de la mine tot ce-i puteam da și că avea nevoie de extinderea

contactului cu alți oameni de știință, care să-i ofere lucruri noi. Hardy a fost de acord să-l accepte la Cambridge și noi i-am asigurat o bursă Redfield Proctor din partea M.I.T.-ului. Aceasta era în 1934. Comportarea lui Levinson la Cambridge a fost foarte satisfăcătoare și pe baza impresiei pe care a lăsat-o el au fost ulterior apreciați și evaluați la Cambridge matematicienii americani.

În perioada când acești tineri au venit să lucreze cu mine, prietenul meu chinez, Lee, și prietenul meu din Japonia, Ikehara, erau deja plecați. Am mai relatat cum am aflat de greutățile prin care trecea Ikehara și cum l-am ajutat să se înapoieze în țara lui.

Lee se înapoiasa și el în China, din proprie inițiativă, pentru a căuta o slujbă acolo. El a încercat să lucreze atât într-o funcție de stat, cât și la firme particulare, dar și-a dat seama că în nici unul din aceste posturi nu ar putea să trăiască potrivit cerințelor probității sale. Din fericire, a fost angajat ca profesor de energetică la Universitatea Tsing Hua, care tocmai trecea de la stadiul de instituție care pregătește oameni pentru cercetarea auxiliară în Statele Unite — ca o compensație la mișcarea boxerilor — la stadiul de universitate completă și autonomă. Aici se afla, în sfârșit, într-un mediu care-i convenea.

Lee nu m-a uitat. În cursul anului universitar 1934—1935 am primit o invitație de la Tsing Hua să vin acolo un an ca să țin un curs de matematică și electrotehnică. Invitația venea, desigur, din partea autorităților de acolo și, în special, din partea rectorului Mei și a decanului Ku, care ulterior avea să devină ministru adjunct al învățământului în China, însă era în mod cert inspirată de Lee. După tratative îndelungate, în cursul cărora eram mereu dornic să plec, dar aveam anumite temeri în privința posibilității de a pleca și a stabilității situației din China, am acceptat. Pe vremea aceea, fiicele mele erau în vîrstă de 7 și respectiv 5 ani și ne-am decis să le luăm cu noi, deși eram întrucîtva îngrijorați în ce privește securitatea călătoriei și efectele ei asupra sănătății lor.

Eram foarte entuziasmat de călătoria pe care urma s-o fac în China. Nu numai pentru că dintotdeauna

mi-a plăcut să călătoresc de dragul călătoriilor, ci mai ales pentru că tatăl meu m-a învățat să consider lumea științei ca un întreg și fiecare țară, oricât de înaltă ar fi poziția ei, ca o parte a acestui întreg. Am fost martor și participant la dezvoltarea științei americane de la situația de reflectare provincială a științei europene pînă la o poziție relativ importantă și autonomă și aveam certitudinea că ceea ce s-a întîmplat aici se poate întîmpla în orice țară sau cel puțin în orice țară care arătase deja prin fapte aptitudini pentru înnoire intelectuală și culturală. Niciodată nu am crezut că superioritatea culturii europene față de marile culturi ale Orientului ar fi altceva decît un episod temporar în istorie și eram dornic să văd cu ochii mei aceste țări extraeuropene și să le observ modul de trai și modul de gîndire prin constatare directă. În toate acestea eram în întregime secundat de către soția mea, căreia prejudecățile naționale și de rasă îi fuseseră întotdeauna tot atît de străine ca și mie. Pînă și fiicele mele, așa mici copile cum erau, fuseseră crescute pentru a rămîne în afara curentului obișnuit al prejudecăților.

Am petrecut începutul verii, ca de obicei, în casa noastră din Sandwich, iar eu făceam plimbări pe jos cu tinerii mei prieteni, care acum începuseră să crească. Ne-am urcat în tren de la Meredith, locul obișnuit de unde ne luăm startul, și am pornit înspre nord pe drumul de la Montreal la Chicago. Apoi am plecat în California, unde acceptasem invitațiile Universității Stanford de a ține cîteva prelegeri. Aici ne-am întîlnit prietenii — familiile Szegő și Pólya precum și alte cunoștințe și mai vechi. Am pornit spre Japonia cu un vapor al liniei Dollar.

PRIN CHINA ȘI ÎN JURUL LUMII

Pe vaporul spre Japonia era o lume pestriță de misionari care se înapoiau, ofițeri japonezi și turiști conduși de ghizi, dar, avînd cu noi doi copii mici, am dus pe bord o viață retrasă. La Yokohama am fost întâmpinați de prietenul nostru Ikehara, care predă la Universitatea din Osaka și care ne-a servit drept mentor în cursul celor două săptămîni pe care le-am petrecut în Japonia.

Avcam camere rezervate la „Hotelul Imperial” din Tokio, acea fantastică construcție a arhitectului american Frank Lloyd Wright, iar Ikehara aranjase ca o doamnă japoneză care cunoștea America să ne găzduiască copiii. Și, surpriză! Această doamnă locuise la Boston, unde noi am cunoscut-o foarte bine, fiindcă fiica ei fusese prietenă cu Barbara la grădinița de copii. Astfel, copiii mei s-au simțit minunat la gazda lor, iar noi am fost scutiți de grija lor.

Hotelul era excelent și mîncarea foarte bună, dar pe vremea aceea pasagerii erau supuși unei supraveghe continue. N-ar fi fost exclus ca doamna americană care vindea păpuși și suveniruri să fi avut sarcina să raporteze conducerei hotelului și, în ultimă instanță, poliției orice cuvînt sau gest al nostru. Poate că și ospătarii erau ceva mai mult decît ospătari. Totuși, ne-am petrecut foarte bine timpul și Margaret se amuza cumpărînd suveniruri japoneze.

În următoarele cîteva zile, pe o căldură toridă de august, m-am întîlnit cu profesorii de la Universitatea

Tokio și am prezentat câteva comunicări. Am găsit că nivelul științific în universități este destul de ridicat, dar am simțit, de asemenea, că pe vremea aceea Tokio începuse să fie atins de acea rigiditate atât de frecventă în universitățile care sînt sigure că ocupă în țară poziția cea mai înaltă. Profesorii de la Tokio îi priveau cu oarecare dispreț pe colegii lor de la universitățile mai mici.

Ikehara ne-a însoțit la Osaka, unde căldura era și mai teribilă decît la Tokio. Clubul matematic de la universitatea Osaka mi-a plăcut foarte mult. Din acest grup au provenit mulți dintre cei mai buni matematicieni japonezi, cum ar fi Yoshida și Kakutani, care se numără printre cei mai buni matematicieni din lume.

Am văzut mărețul turn din Osaka. Nu există vreo construcție europeană care să sugereze mai mult forța și inexpugnabilitatea militară decît această construcție ciclopică. Zidurile de piatră masivă ar putea să țină și astăzi o armată în loc. Construcția ne apărea ca o pagină de piatră din istoria vechii Japonii, cu *bushii* și *roninii* săi.

De la Kobe am pornit spre coasta chineză pe un mic vas japonez. Cîteva zile am navigat printre pitoreștile insule japoneze, apoi, după înălțimile mohorîte și aride ale Coreei la tribord și peninsula Shantung, am intrat în port. Hrana era fadă și de proastă calitate, iar pasagerii mai interesați ca tipuri decît ca tovarăși de drum.

Peste cîteva zile am văzut vase pescărești care porneau de la țărmul murdar și jos și în curînd am acostat nu departe de gara Tangku. Am fost surprinși văzînd hamalii chinezi atât de înalți în raport cu media japonezilor pe care îi întîlnisem, deși ici-colo și printre japonezi am întîlnit persoane înalte și voinice.

După scurt timp, funcționarul vamal chinez s-a urcat la bord, ne-a cercetat cu politețe și ne-a spus că doctorul Lee ne așteaptă la țărm. Peste cîteva minute ne-am întîlnit cu Lee și ne-am așezat împreună în marea și goala sală de așteptare a gării, ornamentată cu imagini ale localității de vară Pehtaiho. Lee ne-a spus că s-a căsătorit, fără să adauge vreun amănunt

despre soția lui. El începu de îndată să discute cu mine despre lucrările pe care le elaborasem împreună și despre proiecte de lucru în viitor.

În curînd sosi trenul și ne-am urcat într-un compartiment de clasa a II-a pentru Pekin. Trenul avea vagoane care de afară arătau ca cele din America, dar sistemul compartimentelor era ca cel din Europa. În locul unui răcitor pentru apă, la capătul vagonului se afla o mică sobiță, unde însoțitorul ținea la dispoziția pasagerilor o ceașcă de apă totdeauna fierbinte pentru ceai. Într-adevăr, am aflat că ceaiul fierbinte este în viața chineză o necesitate tot atît de mare ca și apa rece la noi.

Am trecut peste o cîmpie joasă care îmi amintea de lanurile de porumb din Kansas; am văzut și aici porumb, precum și înaltul sorge chinez. Casele țărănilor erau din chirpici și aveau acoperișurile ceva mai puțin curbate decît ne-am fi așteptat după imaginile din China de sud pe care le văzusem. Curînd apărură golașele coline vestice și, înainte de a le putea observa bine, am și sosit în gara Pekin. O călătorie de șapte mile cu un taxi ne-a dus în cartierul de sud pentru străini. Acesta era o mare aglomerație de bungalowuri moderne, care însă, în loc să fie așezate de-a lungul unor străzi de tip occidental, aveau toate fața spre sud, astfel încît dintr-unul se vedea bucătăria altuia.

Acolo am găsit-o pe doamna Lee, care nu era de loc o doamnă chineză, ci o canadiană frumoasă și înaltă, care lucrase la New York pentru aceeași firmă ca și dr. Lee și pe care dr. Lee o adusese în China de îndată ce căpătase un post sigur. Ea vedea de casă și de servitori care veniseră cu toții să ne ajute să ne aranjăm, după ce pregătiseră pentru noi și o masă delicioasă.

Ne-au trebuit cîteva zile pentru a ne obișnuși cu Tsing Hua și cu noua noastră viață. Era un centru bilingv și multe discipline umanistice și științe exacte erau predată în limba engleză. Deși existau unii profesori din Occident, majoritatea cadrelor didactice erau chinezi, formați în cea mai mare parte în Statele

Unitate, dar unii din ei și în Anglia, Germania ori Franța.

Era interesant de observat cum această pregătire în străinătate influențase pe membrii corpului didactic. O doamnă chineză care studiasse la Paris avea un mers de franțuzoaică pe care-l remarcam și la o distanță de câteva cvartale. Mai era apoi un mic profesor fudul, educat în Germania, pe care nimic, în afară de unele mici detalii corporale, nu-l deosebea de un nazist perfect. Mulți profesori erau tot atât de americani ca și colegii mei de acasă; se afla aici și un profesor de engleză, care purta un costum de tweed, amintindu-mi de Oxford atât prin ținuta exterioară cât și prin maniera de a gândi.

Profesorul Hiong, șeful facultății de matematică de la Tsing Hua, pe care îl întâlnisem deja în Franța, se simțea tot atât de bine la Paris ca și pe culmile dealurilor vestice, iar băiatul său, în vîrstă de 11 ani, era un artist în stil occidental. El putea să scrie cu ușurință o compunere în franceză ca la un liceu din Paris sau o analiză a virtuților după Confucius în chineza clasică.

În primul rînd, trebuia să ne ocupăm de necesitățile curente ale vieții. Soții Lee găsiră pentru noi oameni de serviciu necesari, printre care un majordom vîrstnic care lucrase la Ambasada franceză. Se presupunea că avea cunoștințe de franceză, dar pînă la urmă a reieșit că știa mai cu seamă cuvîntul *oui*. Mai aveam și o *amah*, adică o fată la toate, un cărăuș de ricșă musulman în vîrstă, care avea să ducă copiii noștri la școala americană de pe lîngă Universitatea Yenching, precum și un bucătar (sau „mare expert“, ca să traducem expresia chineză). El nu-și merita pe deplin titlul, dar putea să ne ofere mîncăruri acceptabile.

Unul dintre lucrurile cele mai importante era să căutăm un profesor de chineză, care să vină la noi acasă și să ne învețe limba. Lec a găsit pentru noi un domn mai în vîrstă, înalt și demn, care știa puțină engleză, dar nu o vorbea niciodată cu elevii săi, însă aducea cu dînsul un manual în engleză, care îi completa lecțiile orale. Am făcut progrese destul de mar-

cante; atît eu cît și soția mea am vădit mult interes pentru a învăța o limbă care ne era atît de nouă și nefamiliară. Profesorul nostru s-a dovedit a fi mai mult decît un dascăl, el era vehiculul tuturor zvonurilor locale, atît înspre cît și dinspre casa noastră. Eram totdeauna informați dacă unul din vecini organizase un banchet excepțional care a durat toată noaptea sau dacă alt vecin avea neplăceri cu servitorii sau în casa cui avusese loc întrunirea de duminică a comunității creștine.

Am dat copiii la o școală elementară ce funcționa sub auspiciile Universității Yenching din apropiere. Încă înainte de a fi început școala, ei au reușit să se împrietenească cu copiii familiei Ni, care locuiau în vecinătate și a căror mamă era americană. Copiii făceau incursiuni în grădinile vecinilor, tulburau liniștea din casele vecinilor și, pe scurt, provocau toate neplăcerile pe care sînt în stare să le facă niște copii vioi.

Școala americană de la Yenching era o clădire avînd o singură încăpere, în care învățau toți elevii de toate clasele, de la cele mai mici pînă la cele mai mari. Profesorii proveneau în majoritate din corpul didactic al Universității Yenching. Toți copiii, cu excepția alor mei, vorbeau chineza atît de curgător, cum fetele mele nici nu puteau spera să ajungă vreodată s-o vorbească.

Uneori, fetele auzeau strigătele injurioase ale copiilor din sat și rezultatul a fost că au învățat înjurăturile chineze cu o rîvnă de care ne-am fi putut dispensa. Ele repetau înjurăturile copiilor din sat fără a înțelege ce înseamnă. Atunci cînd una din fiicele mele l-a întrebat pe profesorul chinez ce însemna nu știu ce expresie, el a pus-o la colț.

Școala era foarte bună pentru copiii mei. Lipsa de formalități a făcut posibil ca Peggy să avanseze mult mai repede decît într-o școală obișnuită. Era cea mai mică elevă, dar înainte de a trece jumătate de an începuse să citească binișor.

Curînd după sosirea noastră la Tsing Hua, domnul și doamna Hiong au invitat toate cadrele facultății de matematică la un picnic în incinta noului palat

de vară. Era un conglomerat în stil rococo de tot felul de mici alei și temple. În fiecare clipă dădeai de ferestre cu o înfățișare fantastică, avînd formă de vase, lăute, inimi sau romburi. Erau acolo lungi alei șerpuitoare, și copaci ghinco, și scări peste scări, ce se înălțau conducînd spre mici pavilioane de vară.

Doamna Hiong a pregătit o mulțime de bunătăți chinezești. Oamenii de serviciu de la facultatea de matematică le duceau în coșuri și participau la sărbătoare cot la cot cu profesorii. Fiii lui Hiong au făcut caricatura tuturor invitaților cu un umor chinez-occidental.

Cu toții știau englezește, dar, cu excepția noastră, vorbeau chineza. Atmosfera era democratică și de liber contact între persoane. Oamenii de serviciu nu erau niciodată jigniți dacă se amestecau în conversație.

Mai tîrziu am fost invitați în casa lui Hiong, care era aproape un muzeu, cuprinzînd minunate picturi în stil chinez modern. Aveau multe stampe, reprezentînd, într-o manieră delicată și ingenioasă, pești, creveți, raci și alte mici animale acvatice. Chinezii, ca și discipolii lor, japonezii, dau dovadă de o grație și un gust care nu este niciodată îmbibat de sentimentalismul care strică atît de multe tablouri occidentale înfățișînd peisaje. Pentru budiști, Dumnezeu nu este în afara naturii, ci este manifest în întreaga natură. Astfel, natura îl conține pe Dumnezeu însuși ca o parte a existenței sale autentice și nu ca fiind o personalitate cvasiumană impusă lumii din afară.

Pentru a trece de la pictura chineză la banchetele chinezești nu e nevoie decît de un pas, deoarece bucătăria este o artă tot atît de chineză ca și pictura. Pentru mine, în calitatea mea de vegetarian, exista o bogăție de mîncăruri, de fapt o întreagă școală culinară, legată în special de călugării budiști chinezi, care sînt vegetarieni. Dar, cu tot gustul meu pentru hrana chinezească, îmi venea greu să fac față ospăturilor cu 20 sau 30 de feluri. Mă tem că bucătarul pe care l-am angajat acasă a fost șocat în sensibilitatea profesională de „mare expert“, căci

noi preferam hrană plebeiană rafinamentelor care i-ar fi dat posibilitatea să-și demonstreze arta.

Prelegerile mele la Tsing Hua erau ținute în limba engleză, pe care toți studenții o puteau înțelege cu ușurință. Mai târziu, unii dintre acești studenți s-au consacrat matematicii pure sau electrotehnicii. Acum ei sînt răspîndiți prin universitățile din China, dar și în cele din Statele Unite. În timpul pauzelor dintre lecții obișnuiam să sorb ceaiul, care era totdeauna gata preparat de un om de serviciu, și jucam nenumărate partide de șah, pătrățele sau *go* cu colegii mei. Totuși, niciodată n-am reușit să stăpînesc jocul de *go* și așa arăta și acum ca un prostănac printre experții de la Princeton.

Am continuat să lucrez cu doctorul Lee probleme de teoria circuitelor electrice. Am încercat să facem o lucrare de laborator, dar n-am reușit, deoarece ea implica probleme tehnice pe care nu eram în stare să le rezolvăm în mod adecvat.

În realitate, Lee și cu mine am încercat să mergem pe urmele lui Bush, pentru a construi o mașină de calcul analogică, dar astfel încît ea să funcționeze cu marea viteză a circuitelor electrice, iar nu cu viteza mai mică a deplasatorilor și integratorilor mecanici. Principiul era destul de judicios; de fapt, el a și fost realizat de alții mai târziu. Ceea ce ne lipsea nouă era o înțelegere deplină a problemelor de proiectare a unui aparat la care mișcarea de la ieșire să fie legată din nou de începutul procesului, ca o nouă intrare. Acest fel de aparate sînt bine cunoscute acum și le vom numi aici și de acum încolo mecanisme cu *feedback* (mecanisme cu conexiune inversă).

Mecanismele cu *feedback* au fost utilizate încă de Bush în mașinile sale de calcul, dar prezintă și ele pericolele lor. Un *feedback* prea intens va face ca mașina să oscileze, astfel încît să nu poată intra într-o stare de echilibru. O asemenea situație nu este prea greu de evitat în *feedback*urile relativ slabe caracteristice mașinilor de tip Bush, dar în *feedback*urile mai intense din mașinile pur electrice, această dificultate este greu de învins. Ceea ce ar fi trebuit

să fac era să atac problema de la început și să dezvolt din proprie inițiativă o teorie cuprinzătoare a mecanismelor cu *feedback*. N-am făcut acest lucru la timpul său și, în consecință, am suferit un eșec.

Însă treaba mea principală era să țin prelegeri de analiză armonică generalizată și în legătură cu problemele pe care Paley și cu mine le-am inclus în cartea noastră. Mă angajasem, de asemenea, într-o nouă cercetare de matematică pură, așa-numita problemă a funcțiilor cvasianalitice.

În ultimii 150 de ani, analiza, care reprezintă extinderea modernă a calculului infinitezimal, s-a despărțit în două părți principale. Pe de o parte, avem ceea ce este cunoscut ca teoria funcțiilor de variabilă complexă, care este o continuare a teoriei seriilor de puteri ale unei variabile (cum ar fi 1 , x , x^2 etc.) din secolul al XVIII-lea. Această teorie este aplicabilă în special la cantități care se schimbă lin și treptat. Pe vremuri se presupunea că toate cantitățile matematice importante variază lin și treptat, dar către sfârșitul secolului al XVIII-lea, studiul analizei armonice, care este analiza sistemelor în vibrație, a arătat că și curbele compuse din părți care n-au nimic de-a face una cu alta pot să constituie obiectul unei analize. Acest punct de vedere a dus la început la teoria seriilor Fourier, iar apoi la ramura generală de studiu cunoscută sub numele de teoria funcțiilor de variabilă reală.

Teoria funcțiilor de variabilă reală și teoria funcțiilor de variabilă complexă reprezintă astfel două domenii separate, deși înrudite, care nu se succed unul altuia, cum ar fi un curs pentru începători și un curs pentru înaintați, ci reprezintă abordări radical diferite ale naturii cantităților și ale interdependențelor dintre cantități. Ele au avut parte de o mare dezvoltare în cursul ultimilor 150 de ani. Dar abia recent atenția matematicienilor a fost atrasă de faptul că există domenii intermediare care pot fi tratate cu ambele metodologii. Există anumite curbe care sînt destul de line pentru ca întregul curs al curbei să fie cunoscut de pe urma unei singure părți, dar care nu sînt destul de line pentru a fi

tratate prin teoria clasică a funcțiilor de variabilă complexă. Studiul acestor curbe este cunoscut sub numele de teoria funcțiilor cvasianalitice. Școala matematică franceză a adus mari contribuții în acest domeniu și sub acest raport, una dintre lucrările cele mai bune este aceea a lui Szolem Mandelbrojt. Dar, în acest domeniu, cartea ai cărei autori sîntem Paley și cu mine a adus și ea rezultate importante pe care am continuat să le urmăresc în timpul șederii mele în China.

Sperasem că voi avea posibilitatea să-l întîlnesc pe Mandelbrojt destul de curînd, de exemplu la Congresul științific care urma să aibă loc la Oslo în 1936. Cînd am auzit că Hadamard, îndrumătorul lui Mandelbrojt, urma să vină și el la Universitatea Tsing Hua, am sperat că el va putea aranja o întîlnire în Franța în timp ce eu voi fi pe drum înspre congres.

Am subliniat deja că lucrarea scrisă de mine cu Paley avea aplicații directe la studiul circuitelor electrice. Acestea erau legate de aceleași probleme care apăreau în teoria funcțiilor cvasianalitice. Astfel, și aici, ca de atîtea ori în lucrările mele, motivul care mă împingea spre cercetarea unor probleme practice mă făcea să mă ocup, totodată, de una dintre ramurile cele mai abstracte ale matematicii pure.

Aceasta reprezintă o atitudine a mea care se armonizează cu atitudinea majorității lucrărilor din secolul al XVIII-lea și al XIX-lea, atitudine ulterior reprezentată de scrierile lui Hilbert și Poincaré. Nu aceasta este atitudinea predominantă în prezent nici în America și nici în altă parte. Cei doi matematicieni care lucrează acum sau au lucrat recent în America și care au adoptat un punct de vedere similar sînt — și eu cred că nu printr-o simplă coincidență — două dintre cele mai mari forțe în matematica modernă, și anume: Hermann Weyl și John von Neumann.

Desigur că lucrările matematice consacrate funcțiilor cvasianalitice nu mi-au ocupat în întregime timpul pe care l-am petrecut la Pekin, ci au existat perioade cînd preocuparea mea principală era pur

și simplu să observ panorama bogată și necunoscută mie a vieții din jurul meu.

Obişnuiam să umblăm prin oraș destul de des cu autobuzul, cu taxiul sau chiar cu ricșa. Călătoriile în oraș și înapoi cu ricșa erau interesante, deși te simțeai rușinat să fii cărat în spate de un alt om. În partea de nord-vest a orașului exista o ceainărie care era un fel de barieră pentru cărăușii de ricșe. Breasla cărăușilor care lucrau în afara zidurilor orașului era separată de breasla celor care lucrau în interiorul zidurilor și nimeni din interiorul orașului nu putea să-și ducă clientul mai departe de această ceainărie. Astfel, cel care te ducea cu ricșa la ceainărie dintr-o direcție sau alta se înțelegea cu corespondentul său din cealaltă breaslă și era plătit de către acesta pentru distanța pe care o parcursese pînă atunci. Apoi, pasagerul plătea pe noul cărăuș pentru întregul drum.

Cînd am pornit pentru prima oară în oraș, am fost asaltați de un grup de oameni cu ricșe, care aproape ne-au sfîșiat în dorința de a pune mîna pe noi. Urmînd sfatul lui Lee, Margaret și cu mine ne-am ales cîte un cărăuș și n-am mai avut dificultăți în această privință. Cărăușii noștri erau aproape totdeauna la dispoziția noastră atunci cînd veneam cu autobuzul sau plecam cu autobuzul, iar dacă ei nu erau acolo, lăsau oameni în loc. Asemenea înțelegeri erau, în general, respectate de întreaga breaslă.

Cînd mîncam în oraș, soția mea avea grijă să trimită cărăușului ceea ce rămînea de la masă. Cărăușul meu era un musulman, care nu accepta orice fel de mîncare, astfel încît trebuia să-i mai dau o mică sumă pentru hrană. Ambii cărăuși țineau mult la noi, în special după ce omul lui Margaret se rănise la un ochi într-o bătaie cu un alt cărăuș, iar ea îi trimisese o sumă de bani pentru a-l ajuta să se îngrijească în timpul convalescenței. Cînd, în sfîrșit, am părăsit Pekinul, el a dăruit copiilor mei niște pălării chinezești, iar cărăușul meu ne-a dat o cutie de ceai excelent, parfumat cu iasomie.

Cărăușul meu era pe cît de inteligent, pe atît de întreprinzător. El obișnuia să citească ziarul și mai

spre sfârșitul anului, cînd profesorul Hadamard veni la Universitatea Tsing Hua, omul meu m-a întrebat dacă este adevărat că Ha-Ta-Ma Hsien-Sheng era într-adevăr un matematician așa de mare cum spunea ziarul. Interesul său se datora, incontestabil, faptului că rîvnea un serviciu permanent la Hadamard, dar, în orice caz, era tot atît de întreprinzător și bine informat cum ne-am fi așteptat să fie un șofer inteligent în Statele Unite.

În oraș, Margaret obișnuia să-și facă cumpărăturile la „Clock Shop“, „Big Bell Shop“ și în multe alte asemenea locuri. În aceste magazine chinezești de înaltă clasă, serviciul era adesea excelent și chiar modern, însă decorul și costumele erau în întregime chinezești. Salariații subalterni erau îmbrăcați în haine de bumbac, potrivit clasei lor, iar proprietarul și subordonații săi imediați erau îmbrăcați în mătăsuri de damasc cenușii sau albastre. Se vorbea acolo sau o engleză bună, sau o chineză bună. Jargonul chino-englez era aproape necunoscut la Pekin. Exista o mare doză de snobism și dispreț reciproc între Șanghai, New Yorkul chinez, și Pekin, Bostonul Chinei. Doamnele din Șanghai erau tot așa de dornice să fie în pas cu moda ca și doamnele din New York. Și îmbrăcămintea lor, cu croială chinezească, avea adesea adaptări îndrăznețe și atrăgătoare ale modei occidentale. Pe de altă parte, doamnele din Pekin se îmbrăcau cu acea neglijență intelectuală aristocratică pe care am văzut-o pe malurile râului Charles.

Pekin era o capitală veche, cu o lungă tradiție de artă și cultură. Ici-colo puteai întîlni simpli fermieri cu sînge manciu, descendenți ai curtenilor de pe vremea dinastiei Ţin, care vorbeau frumoasa chineză de palat.

Orașul era un amestec de splendoare și mizerie. Ne plimbam cu interes pe străzile prost pavate, care păreau că duc dintr-o mahala în alta, dar uneori în fața noastră se deschidea cîte o poartă de un roșu aprins, în formă de semilună și ochilor li se înfățișa o mică bijuterie de curtică și grădină înconjurată cu frumoase pavilioane de bun gust.

Aveam atît prieteni americani cît și chinezi. Între

Intellectualii serloși de ambele părți, relațiile erau excelente. Pe de altă parte, drojdia societății englezești, pe care Thackeray a cunoscut-o atât de bine în Parisul Restaurației, o întâlneai în 1935 în toate porturile deschise din China.

Japonezii erau pe cale să ocupe China. Puseseră deja mîna pe administrația celei mai mari părți a provinciei Hebei, fie direct, fie prin intermediul sateliților lor. Orașul era plin de soldați japonezi, care se amestecau adesea în mod brutal în mulțimea pașnică a trecătorilor chinezi.

Împreună cu Lee ne-am dus la Tianțzin pentru a obține de la reprezentantul Societății americane de telefon și telegraf o parte din suma ce ni se cuvenea pentru invențiile noastre. Tianțzin era un oraș interesant. Cu diferitele sale concesiuni străine, puteai de-a lungul unui singur cvartal trece din Rusia în Franța sau din Franța în Anglia. Acest rafinat ghi-veci de diferite naționalități avea ceva ireal.

Viața academică era în mare parte dezorganizată. Studenții au făcut o grevă care a durat luni întregi. Ei au organizat marșuri în oraș pentru a protesta împotriva venirii japonezilor și a indolenței chinezilor. Cînd studenților nu li s-a mai permis să treacă pe poarta stației de cale ferată, o fată subțire ca un pai s-a strecurat pe sub poartă și a deschis-o. În interiorul orașului, poliția a făcut uz împotriva studenților de bastoane și jeturi de apă, iar spitalele și închisorile erau pline. Dar mulți studenți proveneau din familiile influente din Pekin, astfel încît părinții au găsit o cale de compromis.

În tot acest timp, Lee și cu mine munceam cu sîrg. Lucram pe tabla liniată din cabinetul lui Lee, în timp ce soțiile noastre conversau și citeau în camera învecinată. Cînd ele considerau că am muncit destul, ne chemau pentru a ne oferi o gustare și o ceașcă de ceai, iar la sfîrșit ne încheiam ziua printr-o partidă de bridge.

Una dintre problemele noastre majore era să obținem prin Oficiul american de brevete aprobarea cererii de patent. Pentru aceasta, aveam de urmat o singură cale : să obținem sprijinul secretarului consu-

lar al Ambasadei americane. În cartea de instrucțiuni pe care o avea existau directive în legătură cu documentele și desenele ce se cer, dar prietenul nostru diplomat nu avea habar de inginerie sau de cerințele pentru brevetare, astfel încît doctorul Lec și cu mine a trebuit să-i interpretăm propriile lui instrucțiuni.

Am ajuns să-i cunoaștem foarte bine pe cei de la ambasadă și ne-a făcut într-adevăr plăcere să constatăm ce oameni de calitate erau atașații. Condiția de a cunoaște ceva concret și dificil, cum ar fi o limbă orientală, înlătură definitiv pe filfizoni și pe incompetenți din serviciul diplomatic. Într-adevăr, cred că serviciul diplomatic a fost totdeauna mai bine organizat la periferie.

Frigul veni cu multă întârziere, dar, în cele din urmă, bălțile și canalele s-au acoperit cu gheață. Cu toate că iarna era scurtă, în unele zile gerul era tot atît de mare ca la Boston. Era prea uscat ca să cadă zăpadă și sportul favorit al bunilor locuitori ai Pekinului era patinajul pe lacurile „Orașului interzis” cu patine de producție japoneză. Ce spectacol să-i vezi pe bărbații în vîrstă, cu barbă rară, în hainele lor lungi, căptușite cu blană, lunecînd pe gheață și făcînd o piruetă sau două !

Muncitorii, atît bărbații cît și femeile, erau îmbrăcați cu haine scurte și cu pantaloni, vara dintr-un material subțire, iarna însă vătuiți. Studenții săraci și oamenii din popor cu o meserie sedentară purtau haine lungi de bumbac de culoare albastră sau cenușie. Persoanele moderne de la universitate purtau costume europene primăvara și toamna, dar în cursul verii ei preferau hainele mai răcoroase din mătase subțire, de sub care se vedeau uneori pantalonii și ghetetele europene. În cursul iernii, frigul de pe coridoare și din sălile de clasă făcea să devină aproape o necesitate îmbrăcăminteă căptușită cu blană.

Fiica mea Peggy a început din nou să sufere de infecția din urechea medie, boală care a chinuit-o atît de des în copilărie. Nu puteam face altceva decît s-o trimitem la spitalul american din oraș și s-o

lăsăm acolo cu un doctor chinez foarte competent și cu surori chineze excelente.

Cu acest prilej am avut ocazia să cunoaștem devotamentul majordomului nostru. Era Anul nou chinezesc și am dat tuturor servitorilor o zi liberă, așa cum am fi făcut acasă de Crăciun. Majordomul refuză ziua liberă din cauză că un membru al casei era bolnav, chiar dacă acest membru al familiei era sub îngrijire bună la șapte mile depărtare și el nu putea să-l ajute cu nimic. Cred că ținea la noi, dar ceea ce a determinat mai mult gestul său a fost simțul său de onoare și de datorie profesională. El s-a supărat pe jupîneasă că ea și-a luat ziua liberă și nu i-a iertat-o niciodată, ceea ce a cauzat un conflict, tradițional în China, între majordom și cameriste.

Printre prietenii mei chinezi se numărau oameni de știință liber-cugetători în sens modern. Unii erau creștini, dar aproape nici unul nu era tacist sau budist practicant. Toți aveau însă ca trăsătură comună dragostea pentru omenirea în întregul ei mai curînd decît pentru o parte a ei, ceea ce este atît de specific budismului. Tot atît de caracteristic pentru China este lumina, jocul vioi, epicurian al gîndirii, atașat de oarecum bizarul și informul corp al legendelor taoiste.

Toți bunii chinezi pe care i-am cunoscut continuau tradițiile confucianiste și, chiar dacă erau creștini, nu erau mai puțin confucianiști, căci chinezii au o tradiție a sincretismului religios și pentru ei acceptarea unei religii nu înseamnă respingerea alteia. Printre toți chinezii, indiferent de tradiția religioasă de care țin, dominant este conceptul confucianist al omului de stat nobil și erudit, o personalitate foarte austeră și prietenoasă, temperată printr-un simț al umorului, avînd drept țel bunăstarea comunității și drept mijloc erudiția demnă.

Există multe căi de a fi rău, dar există și multe surse din care poate izvorî o viață bună. Doctrina confucianistă este o sursă foarte interesantă și ispititoare de viață bună și puțini dintre misionarii mai sensibili și mai inteligenți au fost în stare să revină

din China fără o adîncă înţelegere şi participare la punctul de vedere confucianist. Cei care vor să convertească China sînt convertiţi de ea.

Chiar acei chinezi creştini care sînt pe deplin conştienţi de nobleţea bunului misionar şi de mulţimea de lucruri pe care el le-a realizat în domeniul învăţămîntului, asistenţei medicale şi progresului social nu apreciază misionarismul ca instituţie. În ceea ce priveşte biserica creştină în China, ideea lor este că ar trebui o biserică creştină chineză, cu rădăcini în popor şi cu un cler chinez. Ei se simt jigniţi de poziţia avantajoasă extrateritorială pe care misionarii au avut-o pînă recent şi sînt, de asemenea, împotriva misionarismului convenţional ca instituţie care vine din afară.

Cred că Yenching a fost unul dintre monumentele cele mai frumoase ale unei mişcări de misionari luminaţi, care părăsiseră deja punctul de vedere pur misionar, adoptînd pe acela al unui creştinism chinez autohton.

Mulţi occidentali întreţineau relaţii de prietenie strînsă şi trainică cu mulţi chinezi. Totuşi, chinezii resimţeau puternic sentimentul că ei ar trebui să fie stăpîni în casa lor şi că acest transfer de autoritate nu ar trebui amînat prea mult.

Chiar acei occidentali care iubeau China şi doreau s-o ajute erau frapaţi de imposibilitatea de a ridica standardul de trai chinez la nivelul occidental fără ca preţul pentru aceasta să depăşească cu mult ceea ce îşi putea permite o ţară cu o economie falimentară. Studiile întreprinse de Union Medical College din Pekin au arătat că hrana cu totul inadecvată a ţăranului chinez, veşnic cu burta goală, a cărăuşilor de ricşe cu mădularele ca de păianjen nu putea fi îmbunătăţită nicicum la preţul pe care l-ar putea plăti ţăranii.

Corupţia şi şperţul, care păreau o parte inalienabilă a vieţii chinezeşti, nu puteau fi înlăturate prin vreun aranjament ce s-ar fi putut pune în practică în decursul perioadei de tranziţie. Dacă s-ar distruge obiceiurile prin care chinezul îşi apără familia şi clanul în pofida cerinţei de onestitate politică şi co-

mercială, atunci milioane de oameni ar fi condamnați să flămânzească pînă ce o nouă ordine ar veni s-o înlocuiască pe cea veche. Este pe deplin de înțeles de ce chinezii sînt atît de dornici de mijloace rapide de modernizare, industrializare și de un standard mai ridicat de viață care li s-ar putea propune.

Ne cufundam tot mai adînc în viața chineză și uneori rîvneam întrucîtva la o schimbare a cercului restrîns de cunoștințe. Prietenul meu, profesorul Hadamard de la Paris, a sosit la începutul celui de-al doilea semestru. El se instalase nu departe de noi, în vechiul cartier pentru străini din sud, dar curînd s-a mutat într-un apartament în oraș, în cartierul legațiilor străine sau undeva pe-aproape. Soții Hadamard erau mult mai fericiți în acest mediu mai agreabil. Profesorul Hadamard era deja înaintat în vîrstă și lipsa de confort a vieții din orașelul universitar îl sîperia. Pentru mine a fost o plăcere să-l revăd. Era o nesecată sursă de amintiri din bunele vremuri de altă dată ale matematicii franceze. Soția sa era, de asemenea, o sursă de anecdote referitoare la viața academică franceză; în copilărie, ea îl cunoscuse pe Pasteur.

Hadamard ne-a povestit o istorie delicioasă din tinerețea sa, cînd îl stăpînea o anumită teamă de a displăcea colegilor săi mai conservatori din cauza rudeniei cu soția colonelului Dreyfus. Afacerea Dreyfus, care a intensificat la culme pasiunile întregii Franțe, a determinat pe fiecare francez să fie sau dreyfusist înfocat, sau antidreyfusist înfocat. Printre aceștia din urmă se afla și marele matematician Hermite, care avea să-l examineze pe tînărul Hadamard la doctorat. Hadamard privea acest examen cu teamă și neliniște și s-a zăpăcit de tot cînd bătrînul domn i-a spus: „Domnule Hadamard, sînteți un trădător!” Hadamard a murmurat ceva confuz în timp ce Hermite continua: „Ați dezertat de la geometrie la analiză”.

Ne duceam adesea în oraș pentru a-i vizita pe soții Hadamard și uneori Margaret și cu mine sau Lee împreună cu noi doi treceam pe ulicioarele murdare și întortocheate ale așa-numitului oraș chinezesc

(contrastînd cu dreptunghiularul oraş tătăresc), pentru a scotoci în dughelele de antichităţi. Adesea dădeam peste portrete vechi, reprezentînd bărbaţi şi femei plini de demnitate, şezînd ţeapăn, cu mîinile pe genunchi, îmbrăcaţi în frumoase haine de mătase, care pentru bărbaţi era îmbrăcămintea oficială, civilă sau militară. Cu toată murga şi rigiditatea figurilor din aceste tablouri, le erau comune o fineţe, un umor şi o sensibilitate remarcabile.

Am găsit un asemenea portret din vechime care semăna atît de mult cu profesorul Hadamard, cu barba rară, cu nasul puţin încovoiat şi trăsăturile nervoase şi fine ale feţei, încît putea fi folosit pentru a-l identifica. E drept că ochii erau un pic alungiţi iar culoarea feţei era cam gălbuie, dar nu destul pentru ca identitatea să fie pusă la îndoială. Am cumpărat acest portret şi l-am dăruit aceluia a cărui figură o reproducea atît de bine. El a apreciat gestul foarte mult, dar nu cred că doamnei Hadamard i-a făcut plăcere. Ea nu ar fi dorit să creadă că soţul ei seamănă cu un mandarin. Figura convenţională a mandarinului se găseşte în magazinele de ceai franceze şi ocupă un loc de cinste ca emblemă a faimosului „Café des Deux Magots“.

Oricum, în călătoriile lor ulterioare, soţii Hadamard au reuşit să piardă sau să rătăcească acest portret şi astfel vizitele mele mai recente la familia Hadamard la New York şi la Paris nu mi-au dat posibilitatea să verific din nou prin observaţie directă asemănarea dintre Hadamard şi tabloul chinezesc.

După cum am mai spus, doream de mult să-l întîlnesc pe Mandelbrojt şi să discut cu el problemele comune ale cercetărilor noastre. Hadamard mi-a spus că Mandelbrojt era şi el dornic să discute aceste probleme cu mine. Aceasta era pentru mine cu atît mai important, cu cît el luase parte activă la organizarea Congresului matematic internaţional de la Oslo, la care urma să iau parte în vara aceea. Hadamard i-a scris lui Mandelbrojt şi a aranjat ca, în drum spre Oslo, să stau eventual la el cîteva zile pentru a lucra împreună.

Acest obicei de a lucra împreună cu oricine ai posibilitatea de a te întâlni este aproape un specific al matematicienilor și fizicienilor matematicieni. Majoritatea celorlalți oameni de știință sînt handicapați de faptul că sînt dependenți nu numai de un laborator, ci de un anumit laborator, posedînd anumite materiale și un anumit echipament. Cei care lucrează în domeniul istoriei și filologiei se află de obicei în asemenea controverse încît o lucrare comună nu e posibilă, în afară de cazuri extraordinare, cînd ei împărtășesc nu numai aceleași concepții generale, ci și aceleași opinii în amănunt. În arte, cum ar fi literatura sau muzica, nu există suficiente temeuri comune pentru a permite unui grup de artiști să realizeze împreună acea unitate a punctului de vedere personal care este esențială pentru munca creatoare autentică. Pentru matematicieni însă, în ciuda individualității reale a punctelor de vedere ce caracterizează partea estetică a disciplinei, există suficient teren pentru ca colaborarea să fie posibilă, iar deosebirile de opinii să fie cîntărite și înlăturate pe o bază nonpersonală.

În sfîrșit, începu să se apropie timpul de a părăsi China și ne-am pus să ne gîndim cum este mai bine s-o facem. Motivul principal pentru care voiam să plec acasă prin Europa era acela că voiam să particip la Congresul de la Oslo. Ne-am gîndit să folosim calea ferată transsiberiană. M-am adresat oficialităților de la Ambasada sovietică pentru a vedea dacă acest lucru este posibil. Răspunsul a fost afirmativ, dar Margaret și cu mine am ajuns, în cele din urmă, la concluzia că voiajul de două săptămîni cu trenul ar fi prea obositor pentru copii și ne-am decis pentru voiajul mai lung pe mare, pe Oceanul Indian. Am găsit un vas japonez care nominal era de clasa I, dar de fapt era de clasa a II-a și nu era prea scump. Ne-am făcut planul de a ne îmbarca la Șanghai.

Am luat trenul de la Pekin împreună cu decanul Ku de la Politehnica din Tsing Hua și un prieten de-al său chinez. Faptul că vagoanele erau împărțite după tipul european ne-a ușurat supravegherea copiilor. Vagonul restaurant ne-a oferit o alegere între două

geaturi de mîncare, occidental și chinezesc, iar noi, fără a ezita, am ales mîncarea chinezească. În seara următoare am ajuns la feribotul pentru trenuri de pe malul nordic al fluviului, vizavi de Nankin.

Am lăsat familia în tren și Ku și cu mine, utilizînd feribotul pentru pasageri pentru a ajunge mai repede în oraș, ne-am dus de îndată acasă la vechiul meu prieten Y. R. Chao, unde am dat nu numai de o petrecere de familie, dar și de un număr de personalități interesante de la universitate și de oficialități guvernamentale. Cele două fete ale lui Chao, născute în America, erau acum mari, iar el mai avea alte două fete mai tinere, născute în China.

Peste cîteva zile sosi și vasul nostru, „Haruna Maru“, aparținînd Companiei Nippon Yusen Kaisha. Căpitanul era un domn foarte amabil, care vorbea o engleză excelentă și mi se pare că petrecuse o vreme în America. Se îngrijea foarte mult de confortul nostru. Într-adevăr, deși vasul era mic și aglomerat și nici prea bine echipat pentru serviciul în regiunea tropicelor, atmosfera de pe bord era foarte plăcută și noi ne-am simțit foarte bine în timpul voiajului. Timp de șase săptămîni ne-am văzut cufundați într-o lume pe care înainte o cunoscusem numai din scrierile lui Somerset Maugham.

La Hongkong urcă la bord un nou pasager, foarte interesant, părintele Renou, un misionar francez lazarisist din interiorul provinciei Yunnan care se înapoia la sediul principal al ordinului său din Franța pentru o dare de seamă directă cu privire la nevoile misionarilor din China. Am găsit în el un tovarăș de drum fermecător și inteligent. El considera că în China au fost trimiși prea mulți preoți fii de țărani francezi, plini de bunăvoință și credință, dar prost pregătiți pentru a intra în competiție chiar și cu cunoștințele științifice fragmentare ale dascălului de la școlile satești chineze și pentru a îndeplini obligațiile administrative care le reveneau.

Din punct de vedere politic, Renou era un liberal lipsit de simpatie pentru reacțiunea fascistă, care devenise atît de puternică în Italia și era primită cu o anumită simpatie de o parte a clerului. El era

istoric și foarte interesat să cerceteze modul cum biserica pierduse marea sa posibilitate de a cuprinde întreaga Chină către sfârșitul secolului al XVII-lea. El mi-a spus că așa-numita Afacere a riturilor a fost momentul când un mare număr de chinezi ar fi fost de acord să îmbrățișeze catolicismul dacă s-ar fi găsit o interpretare creștină pentru ceremoniile lor tradiționale.

La bord se afla și profesorul Fujiwara din Sendai, care se îndrepta, ca și noi, spre Congresul internațional de la Oslo. Era, de asemenea, acolo o doamnă chineză care mergea să se căsătorească cu logodnicul ei, care lucra la Ambasada de la Londra. Această doamnă chineză era foarte timidă și aprcape un mit pentru noi pe bord, dar părintele Renou a încercat s-o ajute în singurătatea ei, rugînd-o pe Margaret să coboare la ea și să vorbească chinezește cu dînsa. Se pare că doamna primise instrucțiuni de a nu se încrede în nimeni pînă ce nu va coborî de pe vas, astfel încît toate eforturile soției mele au rămas zadarnice. Totuși, după ce eu am coborît de pe vas la Marsilia, iar ei au trecut prin Gibraltar, doamna a trebuit să apară pe punte pentru a completa documentele necesare pentru debarcare. Se atașase de Margaret și a rămas tot timpul lîngă dînsa pînă la debarcare, cînd a venit logodnicul ei s-o ia.

Am jucat mult bridge pe vapor și s-a dovedit că de obicei îmi supraapreciam cărțile, provocînd mînia unor experți nervoși. Am jucat, de asemenea, ceva șah. Astfel, l-am învățat șahul european pe unul din ofițerii japonezi care era vădit un expert în șahul japonez, cu totul deosebit de șahul nostru și în care toate figurile au o formă unghiulară, iar piesele celor două părți se deosebesc nu după culoare, ci după orientarea unghiului. Merită de notat că în șahul japonez piesele capturate pot fi folosite de cel care le-a capturat. Prietenul meu japonez a învățat în două-trei ședințe șahul occidental și a reușit să mă bată într-una.

În afară de aceste distracții, am făcut o primă încercare de a scrie un roman, bazîndu-mă pe unele experiențe proprii în lumea academică și pe cunoaș-

terea anumitor personaje. Romanul purta pecetea diletantismului, dar ei m-a ajutat să trec peste momentele de plictiseală ale vieții de pe bord în timpul lungii călătorii. În plus, a fost o experiență de muncă de creație pe baza ficțiunii și a materialului uman, care mi-a folosit mult ulterior.

În timp ce vasul nostru trecea prin Canalul Suez, Margaret și cu mine am făcut o scurtă excursie prin Cairo. La câteva ore după revenirea noastră la Port-Said am aspirat cu deliciu briza răcoroasă a Mediteranei. În ziua următoare am trecut prin strâmtoarea Messina, între Sicilia și partea continentală a Italiei, patria magicei Fata Morgana.

Am intrat în Marea Tireniană și în curînd apăru în fața noastră vulcanul activ Stromboli. Pentru căpitan, acesta era primul voiaj în Mediterana, așa că era tot atît de curios ca fiecare dintre noi să vadă priveliștea. A avut amabilitatea să ne plimbe în jurul insulei muntoase pe care o formează vulcanul înainte de a continua cursa spre Marsilia.

Aici am debarcat singur, lăsîndu-mi familia să continue călătoria cu vaporul prin Gibraltar și golful Biscaya pînă la Londra. Am luat trenul de noapte spre Clermont-Ferrand. Mandelbrojt m-a întîmpinat la 5 dimineața.

Era foarte prietenos și cordial, deși aceasta era prima noastră întîlnire. Era un evreu polonez care venise să studieze și să se stabilească la Paris și atrăsese atenția binevoitorului bătrîn Hadamard. Protecția lui Hadamard era suficientă pentru a transforma un tînăr într-un matematician și Mandelbrojt a fost bine lansat într-o carieră strălucită. Am lucrat din greu împreună cu dînsul timp de patru zile, în vederea unei comunicări comune pe care mai tîrziu am prezentat-o la Congresul de la Oslo.

Tocmai atunci, în Franța era o grevă generală și simpatiile lui Mandelbrojt erau de partea greviștilor. Nu s-a întîmplat nimic care să ne supere. Eu locuiam într-un mic hotel, dar îmi petreceam ziua în casa lui Mandelbrojt, lucrînd cu el și mîncînd împreună cu familia sa. Mandelbrojt m-a luat prin oraș ca să-mi

arate frumusețile lui. În cele din urmă, am plecat spre Anglia cu câteva zile înainte de sosirea familiei mele.

La Londra m-am văzut cu familia Haldane. Locuia acum într-un cartier interesant al orașului, lângă Regent's Park și Grădina zoologică, care pentru Haldane era de mare interes. Doamna Haldane m-a primit cordial, dar n-am putut vedea familia în acea seară deoarece ei dădeau o serată în cinstea lui H. G. Wells. În ziua următoare însă i-am vizitat și Haldane mi-a arătat cu acest prilej și unele specimene deosebit de interesante din Grădina zoologică care în general nu erau arătate publicului.

Cîteva zile mai tîrziu m-am dus în port să-mi întîmpin familia. Am început de îndată să ne gîndim ce să facem cu copiii în timpul vizitei noastre la Oslo. Am găsit un fel de școală de vacanță la Bexhill, pe coasta sudică, unde am lăsat fetele pe mîini bune pentru cîteva săptămîni.

Margaret și cu mine am avut parte de furtună pe Marea Nordului și după o traversare obositoare am ajuns în Danemarca. O zi-două i-am vizitat pe prietenii din Copenhaga. Orașul devenise în mai mare măsură un loc plin de zarvă și automobile decît fusese în timpul vizitei noastre anterioare, iar atmosfera sa specifică de intimitate desuetă, deși se păstrase încă, era acum considerabil diluată. Am luat trenul pentru Oslo trecînd cu feribotul prin mica strîmtoare care separă exact castelul Elsinore de orașul suedez Hålsingborg. În tren am dat de mulți prieteni matematicieni, americani și europeni.

Partea sudică a Suediei pe unde trecea trenul m-a făcut să mă gîndesc la coasta statului Maine. Chiar și casele sînt din lemn. Stîncile înseși, rotunjite și acoperite cu ghețuri, au o aparență pe care o cunoșteam bine de acasă, așa că m-am simțit atît de familiarizat cu țara, de parcă aș mai fi fost pe aici.

Daneza noastră ne-a fost de mare folos și ne-a permis să conversăm chiar cu puținii pasageri suedezi. Iar cînd am trecut în Norvegia, deosebirea de limbă a fost și mai mică și n-am simțit nicicînd neajutorarea monogloților, care par a avea limba legată.

Congresul a fost foarte bine organizat, interesant și stimulator, așa cum sînt întotdeauna asemenea întruniri. Am găsit o mulțime de prieteni de toate naționalitățile. Am fost mai mult împreună cu colegii noștri soții Vallarta (căci Vallarta se căsătorise de curînd, iar doamna Vallarta deveni o bună prietenă a soției mele). Canonical Lemaître de la Louvain făcea parte și el din grupul nostru. Cîțiva ani lucrase la observatorul din Harvard. L-am regăsit la Oslo așa cum îl cunoscusem și înainte — un prieten și un conviv minunat. Am făcut împreună cu dînsul excursii și plimbări în timpul nopților albe de la Oslo.

După încheierea congresului, Margaret a plecat în Germania să-și viziteze neamurile. Eu m-am întors în Anglia, căci plănuiam să petrec cîteva săptămîni împreună cu soții Haldane în fermecătorul comitat Wiltshire. Familia Haldane găsise o minunată casă veche de piatră printre dealurile rotunjite și văile abrupte ale acelei regiuni. Haldane știa că soției sale îi plac dealurile din Sussex, dar dealurile din Sussex deveniseră prea scumpe pentru un profesor universitar. El a luat o hartă geografică a Angliei și a urmărit formațiunile de calcar pornind din acele regiuni, pînă ce dădu de o regiune ceva mai puțin cunoscută unde putea să conteze pe un peisaj similar. Restul a fost ușor și familia Haldane s-a stabilit într-o regiune cu priveliști și locuri de plimbare pitorești.

Haldane și cu mine eram mîhniți și deprimați de noul atentat la libertate comis în Spania. Mai tîrziu, Haldane și-a oferit serviciile Republicii Spaniole și s-a dus să lupte acolo. În Spania, el a fost îngrozit de marea ineficiență care însoțea bunele intenții ale celor mai multe dintre partidele antifranchiste și a început să încline tot mai mult către comuniști. După părerea lui, ei aveau un țel și o politică. El s-a îndepărtat mai tîrziu de comunism.

În cea mai mare parte, conversațiile noastre în timpul lungilor plimbări peste culmile despuiate ale dealurilor erau de ordin științific sau literar. I-am arătat fragmentul de roman pe care începusem să-l scriu, iar el mi-a arătat manuscrisul unui șir de povestiri

pentru copii, pe care avea să-l publice în curînd sub titlul *My Friend Mr. Leahey*.

Privind retrospectiv călătoria mea în China și vizitele în Europa care i-au urmat, îmi dau seama acum cît de mult realizasem în raport cu primii ani la M.I.T. Aveam o viață de familie reușită, chiar dacă nu eram cel mai ușor de suportat soț și tată, iar Margaret și cu mine aveam acum o mare rezervă de experiență comună, care ne-a adus amîndurora bucurie. Copiii mei nu mai erau niște sugari și începeau să ne fie tovarăși. Ei își începeau viața cu uriașul avantaj moral de a vedea lumea ca un întreg și nu ca ceva împărțit în rase superioare și rase inferioare. Cariera mea științifică ajunsese la un punct în care realizările mele erau indubitabile, chiar dacă nu erau încă bine primite în unele cercuri din patrie. Am început să văd roadele activității mele: nu numai că am publicat un număr de lucrări importante și independente, ci am elaborat un punct de vedere și o concepție care nu mai puteau fi ignorate. Dacă ar trebui să determin punctul de trecere în cariera mea de la poziția de calfă în știință la aceea de maistr într-o anumită măsură independent, ar trebui să iau ca un asemenea punct anul 1935, anul călătoriei mele în China.

ANII DINAINTE DE RĂZBOI. 1936—1939

În timpul ultimelor zile ale șederii mele în Anglia, pe cînd mă aflam în vizită la familia Haldane în West Country, Margaret mai era în Germania. Cînd s-a înapoiat, i-am luat pe copii de la reședința de vară de pe coasta de sud, unde se aflau, și am plecat spre casă. După o absență de un an trebuia să reînnodăm multe fire care legau viața noastră de M.I.T.

Cînd am revenit la catedra de matematică, situația era foarte încîlcită. În afară de Eberhard Hopf, care era membru al catedrei de cîțiva ani, mai aveam un tînăr, Jesse Douglas, care lucra cu noi. Douglas tocmai realizase o lucrare strălucită despre forma suprafețelor minime adică suprafețele asemănătoare celor care sînt generate de peliculele de săpun. El a câștigat atît de mult în acest domeniu clasic, încît a primit Premiul Bôcher, pe care eu îl primisem înaintea lui pentru lucrările mele asupra teoremelor tauber-

Depresiunea împiedicase unele încercări ale rectorului nostru Compton de a ridica salariile de la M.I.T. la nivelul acelorora din marile universități. Eram astfel în fața unei dileme. Sau să ne mulțumim cu mijloacele noastre și să avem matematicieni mediocri pentru salarii mediocre, sau să căutăm în mod deliberat tinere talente prost retribuite, în speranța că ulterior, cînd condițiile economice se vor îmbunătăți și după ce programul lui Compton va lua avînt, să putem aduce salariile lor la un nivel corespunzător.

De fapt, n-au trecut mulți ani și salariile au început din nou să crească, iar aceia dintre noi care am avut încredere în mărinimia M.I.T.-ului n-au fost decepționați. Dar deocamdată era o perioadă când acei oameni străluciți care nu erau încă apreciați după merite și au fost angajați la noi cu salarii reduse se simțeau exploatați.

De aceea, nu a fost o surpriză că cei doi tineri străluciți pe care îi aveam s-au simțit jigniți. Cât timp fusesem și eu cu ei acolo, puteam discuta sincer despre această chestiune, ajutându-i să spere într-un viitor mai bun. De îndată ce am plecat în China, cei doi au reușit să se monteze unul pe celălalt. Omul de știință are tendința să aibă sensibilitatea și, o dată cu aceasta, iritabilitatea omului de artă. În perioada când m-am înapoiat din China, Hopf și Douglas erau atât de înrăiți, încât au fost definitiv pierduți pentru M.I.T.

Cazul lui Hopf era cel mai interesant. El era un german de origine rasială suficient de pură pentru a fi acceptat chiar și în Germania nazistă. La început, el fusese ostil lui Hitler sau cel puțin simpatiza cu cei pe care Hitler îi lovise din plin. Însă puternice influențe de familie îl împingeau spre naziști.

Atunci când vărul meu Leon Lichtenstein a murit ca rezultat indirect al venirii lui Hitler la putere, germanii începură să-l caute un succesor. Pe vremea aceea, matematicienii buni emigraseră din Germania în masă și un succesor nu era ușor de găsit. În cele din urmă, se sugerează numele lui Hopf și ei i-au oferit acest post.

Trebuie avut în vedere că în Germania în vremurile bune de demult o situație universitară avea un prestigiu atât social cât și intelectual care nu suferă nici o comparație cu cel al unei situații similare în America. Titlul de profesor plin la o universitate germană era socialmente superior situației de industriaș prosper. Ceea ce naziștii îi ofereau lui Hopf, era din punct de vedere financiar dincolo de orice am fi putut noi spera că îi vom da în viitorul apropiat, iar din punctul de vedere al prestigiului era considerabil mai

mult decît ceea ce i-am fi putut oferi chiar şi în viitorul cel mai îndepărtat.

Trebuie să spun că Hopf s-a consultat cu unii refugiaţi germani şi că aceştia nu s-au opus atît de vehement cum ar fi fost de aşteptat ca el să accepte oferta. În primul rînd, în timp ce ei erau în opoziţie ireconciliabilă cu nazismul, Hopf voia în mod evident să se înţeleagă cu mişcarea, aşa că ei nu puteau să-i vorbească cum ar fi vorbit cu cineva care ar fi avut o poziţie foarte categorică în această privinţă. Apoi, era, desigur, mai bine pentru Germania să aibă un om care, deşi nu era un antinazist înfocat, cel puţin nu era un pronazist înfocat. Mulţi dintre refugiaţii germani sperau că Germania ori va fi învinsă, ori se va elibera mai devreme sau mai tîrziu de nazism printr-o răsturnare interioară, iar toată opoziţia lor faţă de nazism nu afectase ataşamentul lor pentru patrie. Hopf ar fi putut constitui o parte a Germaniei noi, care ar fi fost o bază cel puţin posibilă pentru restabilirea după război a unei atmosfere academice sănătoase.

Autorităţilor de la M.I.T. nu le plăcea să aibă un pistol în coaste sub forma pretenţiilor lui Hopf de a fi promovat imediat peste capul altora mai în vîrstă. Dacă s-ar fi luat în considerare doar valoarea ofertei germane, ignorîndu-se toate aspectele morale, apoi Hopf avea dreptul s-o accepte. Desigur, noi cu toţii sperăm că în final Germania va fi învinsă şi era mai mult decît o simplă probabilitate că o dată cu această înfrîngere se va prăbuşi şi întregul sistem academic, inclusiv Hopf. Era deci o chestiune pe care trebuia s-o decidă Hopf şi nimeni altul.

Hopf a acceptat oferta germană. Era atît de încîntat de subita sa ascensiune, încît a devenit foarte condescendent faţă de colegii săi de la M.I.T. Mie mi-a exprimat regretele sale că nu obţinusem pe deplin ceea ce meritam şi mi-a dorit să pot obţine o asemenea avansare ca cea pe care a găsit-o el în Germania. Nu mai este nevoie să spun că această condescendenţă nu-mi făcea nici o plăcere.

Este interesant de observat că oamenii de ştiinţă refugiaţi care s-au stabilit în America au adus mari

contribuții la știința americană atât în scopuri militare cît și în scopuri pașnice. Mai mult decît jumătate dintre figurile proeminente în știința nucleară au venit din țările Axei. Ajunge să menționez aici doar pe Einstein, Fermi, Szilard și von Neumann. Mai tîrziu a venit și von Mises, aducînd importante contribuții la teoria statistică, după cum Courant și mai mulți membri ai școlii sale au contribuit la introducerea tehnicilor de matematică aplicată, care erau predominant europene.

Un fost student de-al meu, Norman Levinson, se întorsese din Anglia, unde plecase ca bursier al Fundației National Research. Am făcut tot posibilul pentru a-l păstra și la catedra noastră, dar, căutînd sprijin în sferele înalte, am dat de păreri împărțite. Unii m-au ajutat cît au putut, sprijinind punctul meu de vedere, dar alții aveau sentimentul foarte pronunțat că eram deja un număr suficient de evrei. Printre aceștia se număra și un coleg evreu care considera că bunăvoința cu care fusese primit la catedră ar putea să slăbească dacă ar veni mai mulți evrei; el trata această bunăvoință ca și cum ar fi proprietatea sa personală. În ceea ce mă privește, deși recunosc că repartizarea oamenilor cît mai uniform, ținînd seama de originile lor rasiale și culturale, ar putea fi o bună politică, atunci credeam, după cum cred și acum, că toate asemenea considerente sînt exclusiv chestiuni de conveniență și trebuie date la o parte ori de cîte ori avem șansa de a găsi un om care se poate recomanda prin propriile sale merite. Oamenii buni sînt prea rari pentru a permite unei școli să-și recruteze și să selecționeze personalul didactic pe baza unor considerente secundare.

Tricentenarul Universității Harvard avea loc în 1936 și cu acest prilej sosiră mulți oameni de știință din întreaga lume. Veni și Hardy din Anglia și eu l-am rugat să-l susțină pe Levinson. Efortul său a fost încununat de succes, deși sarcina sa nu era ușoară. Levinson a rămas de atunci membru al catedrei și continuă să fie aici unul dintre cei mai tari matematicieni.

În acea perioadă am fost supus unui mare număr

de diferite solicitări afective. Faptul că nazismul amenința lumea era un coșmar continuu pentru orice om cu sentimente liberale și, în special, pentru orice om de știință liberal. În parte, puteam să compensez zbulciumul meu interior prin măsurile active pe care le luam în vederea ajutorării refugiaților, dar aceasta nu era suficient pentru a-mi oferi ceva asemănător cu pacea sufletească.

Vechile tensiuni și constrângeri din vremea formării mele ca un copil-minune au reînceput să mă chinuie. Cu toate că îl iubeam foarte mult pe tata, cei apropiați de mine nu uitau să-mi amintească că, în definitiv, nu eram altceva decât fiul tatălui meu. Faptul că eram evreu a făcut ca starea mea afectivă să fie întrucîtva ambivalentă. În America exista un curent de simpatie în favoarea evreilor din pricina atrocităților și a terorii din Germania, dar aceasta nu compensa în întregime faptul că știam că undeva în lume oamenii de același neam cu mine sînt amenințați cu exterminarea și că antisemitismul nazist provocase un ecou antisemit în unele cercuri americane.

Nu aveam de suferit numai de pe urma consecințelor directe ale originii mele și ale educației mele din copilărie; mai erau și celelalte dificultăți, care proveneau din faptul că intrasem în viața academică într-un mod cu totul neuzual, fără suficientă maturitate socială pentru a-mi da seama exact ce sînt și încotro mă îndrept. Aceste dificultăți au fost mult ușurate în cursul timpului prin căsătoria mea cu Margaret, dar mă tem că am transferat pur și simplu asupra ei efectele conflictelor inerente propriei mele naturi.

Pe măsura trecerii anilor, unele dintre dificultățile mele au descrescut, căci oamenii iartă unui om în vîrstă ceea ce nu i-ar tolera unui tînăr. Totuși, perioada care în mod natural ar fi trebuit să fie a unei armonii interioare a fost complicată de tensiunea depresiunii, a nazismului și a pericolului de război, astfel încît eu n-am avut o epocă în cursul căreia să mă pot reface în liniște după zguduiri încercate și să pot gusta cîtiva ani de autentică seninătate.

Ba cu problema lui Jess Douglas, ba cu problema

lui Eberhard Hopf, ba cu problema de a-i asigura lui Levinson postul meritat, toate acestea, suprapuse tensiunii și incertitudinii perioadei prebelice, îmi creaseră o stare de anxiozitate. Când revenisem din China aveam 42 de ani și începeam să simt că nu mai sînt tînăr. Povara multor ani de viață grea începu să se facă simțită. Urmînd sfatul soției mele, am consultat un prieten doctor care părăsise medicina internă, devenind psihanalist.

Avînd în vedere circumstanțele, nici nu era de mirare că aveam nevoie de ajutorul unui psihanalist. De fapt, în pofida unui scepticism adînc cu privire la structura conceptelor psihanalizei, m-aș fi tratat cu mult înainte dacă aș fi știut exact cui să mă adresez. Am făcut unele încercări nereușite de a mă supune psihanalizei în timpul șederii mele în China. Chiar și atunci însă am început să-mi dau seama că, cu cît fondul unui om este mai individual, cu atît îi este mai greu să găsească psihanalistul potrivit.

Încă din copilărie am citit chestiuni de psihiatrie și cunoșteam unele scrieri ale lui Charcot și Janet. Mai mult, propria mea experiență m-a convins, cu mult înainte de a fi auzit de Freud, că în sufletul meu existau goluri întunecoase și impulsuri ascunse care dădeau dovada de o mare rezistență față de orice încercare de a le aduce la lumină. Când am studiat filozofia, noțiunea de inconștient nu mi-a apărut ca ceva nou și eram conștient atît de impulsurile de cruzime aproape de nedescris care sînt ascunse în inconștient, cît și de tendința aproape irezistibilă de a le interpreta fals și de a le îngropa adînc sub un strat de raționalism.

Așadar, cînd am aflat despre Freud și ideile sale, eram pregătit să văd în ele o nouă revelație, în mare măsură valabilă. Totuși, îmi repugnau raționalizările psihiatrilor. Răspunsurile lor la toate problemele umane prea erau curgătoare și venite la țanc. Fără a nega în vreun fel valabilitatea terapeutică a mai tot ceea ce făceau ei, nu mi se părea că bazele conceptuale ale psihanalizei ar fi atins acel grad de convingere și organizare științifică care impune în-

crederea deplină. Mai mult, supunerea deplină și sacrificiile financiare, obligatorii pentru pacienții psihanalizei, păreau să fie mult prea avantajoase pentru psihanalisti, atât din punct de vedere profesional cât și financiar, pentru a fi admise ca pe deplin obiective.

Freud însuși a studiat, în mod evident, propriul său suflet într-o mare măsură cu ajutorul psihanalizei, fără a adopta acea clasică atitudine pasivă pe care a susținut-o mai târziu, iar eu văzusem în propria mea persoană începuturile unei conștiințe psihanalitice care nu era impusă din afară. De aceea îmi venea foarte greu să mă transpun în starea de supunere deplină care era recomandată.

Nici nu eram gata să accept întru totul evaluarea personalității de către psihanalistul ortodox și țelurile pe care el și le fixează ca rezultat al unei psihanalize reușite. Niciodată n-am considerat că mulțumirea sau chiar fericirea ar fi obiectivele principale ale vieții mele și am început să mă tem că unul din țelurile psihanalistilor obișnuiți era de a-și transforma pacienții în niște vaci mulțumite.

La relatările analitice uzuale pe care le făceam pe canapeaua psihanalitică, încercam să adaug tot ceea ce conștiința mea putea să furnizeze referitor la motivațiile mele și la ansamblul valorilor care-mi sînt proprii. I-am spus analistului cât de profund simțeam impulsul pentru munca creatoare și în ce mare măsură satisfacția succeselor în această muncă era de natură estetică. I-am povestit, de asemenea, despre gusturile mele în materie de literatură, în special în poezie. Nu puteam recita unele fragmente din Heine, îndeosebi din poemele sale *Disputation* și *Prinzessin Sabbath*, fără să-mi dea lacrimile. Mai mult, i-am spus că trecerea bruscă a lui Heine de la conștiința degradării și josniciei vieții cotidiene la exaltarea și glorificarea lui Dumnezeu și a demnității evreului disprețuit îmi provoca un fior profund.

Toate aceste lucruri, psihanalistul meu le-a respins ca neprovenind din adîncurile autentice ale subconștientului meu. Pentru dînsul, ele reprezentau doar lucruri pe care le-am învățat la nivel conștient și nu

aveau nici o importanță în comparație cu cele mai mici sugestii oferite de un vis de care îmi aminteam pe jumătate. Că erau conștiente este adevărat, dar faptul că mă mișcau nu provenea din vreun strat superficial al conștiinței mele.

Analistul meu le considera ca un fel de marfă de contrabandă, pentru care nu se achitase tributul față de canapeaua psihanalistului. Refuza să le ia cât de cât în considerare și mi-a lăsat un profund sentiment de a fi fost prost înțeles și prost apreciat. M-a acuzat de păcatul cardinal al pacienților psihiatrilor, cunoscut sub numele de rezistență. E cert că am rezistat, dar însuși acest fapt al rezistenței era o explicație pentru multe lucruri pe care le-am trăit și care se aflau la baza formației mele spirituale. Ne-am despărțit după aproape o jumătate de an de încercări zadarnice de a obține ceva din partea unui om care, după cum m-am convins, nu avea nici cea mai mică idee despre ceea ce mă face să vibrez.

Mai târziu m-am adresat altor psihanaliști care nu țineau chiar atât de mult la cartea de vise și făceau un efort cu mult mai mare de a stabili cu mine un raport ca ființă umană. Acești prieteni mai rafinați și mai simpatici nu fetișizau chiar atât de mult ritul canapelei. Ei nu omiteau să-și noteze visele și contradicțiile mele. Dar m-au tratat într-o măsură mult mai mare ca individ decât au făcut-o colegii lor freudieni, mult mai ortodocși din punctul de vedere al ritualului. Pentru dînșii, canapeaua psihanalistului nu era un pat al lui Procust. Ei acceptau deosebirile de opinii dintre mine și ei, fără a le eticheta de îndată cu epitetul peiorativ de rezistență.

Firește, nu eram în situația de a-mi limita întreaga atenție la problemele mele interne și de a-mi rezerva toate eforturile pentru dezvăluirea sufletului meu. Aveam în continuare o răspundere în ce privește plasarea oamenilor de știință refugiați. Însă această responsabilitate a devenit mai puțin acută cu vremea, iar problemele lor au început să capete o altă înfățișare.

Multe țări, ca Finlanda și chiar China, aduceau contribuția lor la știința americană. Cei sosiți aici

se desprindeau treptat-treptat de limba lor maternă, care în majoritatea cazurilor era germana, și se acomodau la modul de viață american ca la ceva normal. Cei în vîrstă își educau copiii după tradiția americană și era evident că, orice s-ar mai fi întîmplat, puțini dintre ei s-ar fi înapoiat în patria lor din Europa altfel decît în vizită. Emigranții mai tineri intrau prin căsătorie în familii americane.

Rezultatele finale ale mării emigrări de pe vremea lui Hitler nu pot fi încă evaluate, dar este cert că pentru viața noastră matematică contribuția prin persoane noi și material nou se poate compara cu aceea a germanilor în 1848, sau cu aceea a hughenotilor care au emigrat în Anglia, Olanda și America în perioada revocării edictului de la Nantes.

Firește, avînd în vedere că atîția oameni de știință de prim rang s-au adăugat comunității americane, am colaborat cu mulți dintre ei la diferite proiecte de cercetare. Aurel Wintner, dacă nu mă înșel, venise în America înainte de marele șuvoi al emigranților, pe baza unei recomandări a profesorului său, vărul meu Leon Lichtenstein. Într-o vară, Wintner și familia sa au închiriat o vilă la New Hampshire, la vreo douăzeci de mile de noi. În această regiune din New Hampshire a te afla la o distanță de douăzeci de mile înseamnă a fi vecin foarte apropiat.

Profesorul Wintner este un om de știință entuziast, foarte alert, cu gesticulație și opinii prompte și idei foarte originale. Doamna Wintner este fiica binecunoscutului matematician german Hölder. Aceste căsătorii ale matematicienilor cu fiicele profesorilor lor sînt atît de tipice în lumea academică, atît în Europa cît și la noi, încît s-a luat obiceiul de a se spune că genetica aptitudinii matematice este specifică: ea nu se transmite din tată în fiu, ci din socru în ginere.

În cele din urmă, Wintner a devenit un oaspete de vară mai mult sau mai puțin permanent la New Hampshire. Am început să lucrăm împreună la o mulțime de chestiuni din domeniul său. Unele dintre aceste lucrări erau extinderi ale unor idei ale mele privind analiza armonică generalizată la problema orbitelor și la problema perturbării în mecanica ce-

rească. Acestea reprezintă o abordare modernă a vechilor probleme din secolul al XVIII-lea, tratate de Laplace și Lagrange.

O altă lucrare comună s-a ocupat cu abordarea probabilistă modernă a teoriei cinetice a gazelor a lui Maxwell, teorie care tratează un gaz ca o mulțime de particule în mișcare ce acționează la solicitarea forțelor reciproce. Făcusem anterior o cercetare în acest domeniu în legătură cu lucrarea a doi specialiști în chimia fizică care pe atunci lucrau la Columbia și în prezent sînt la Chicago.

A treia direcție a lucrărilor pe care le-am făcut împreună cu Wintner se referea la perfecționarea și simplificarea demonstrațiilor teoremelor ergodice ale lui Koopman, von Neumann și Birkhoff. Aceste teoreme, despre care am mai amintit, au oferit veriga lipsă în opera lui Willard Gibbs și au permis să se aplice în mod riguros ideea lui că media în timp poate înlocui mediile în toate lumile posibile. În această din urmă lucrare am beneficiat mult de pe urma discuțiilor cu tînărul matematician olandez E. R. Van Kampen, care ne însoțea în numeroase plimbări prin White Mountains. Bietul Van Kampen, care părea să aibă în față o carieră foarte promițătoare, a murit un an sau doi mai tîrziu din cauza unei tumori cerebrale.

În toată această perioadă sperasem că o nouă invitație în China pentru a ține prelegeri nu va întârzia prea mult. Această speranță a fost, esigur, complet năruită de evenimentele din anii următori. În 1937, colegul meu K. S. Wildes de la catedra de electrotehnică era succesorul meu în China. El a revenit tocmai în vremea bătăliei dintre chinezi și japonezi de la podul Marco Polo.

În afară de consecințele mondiale, această bătălie a avut pentru mine și consecințe de ordin personal, pe care le-am resimțit foarte puternic. Pe vremea incidentului de la podul Marco Polo, Lee și doamna Lee erau în vizită la niște prieteni din Șanghai. Războiul care a izbucnit între China și Japonia i-a ținut departe de casă, împiedicîndu-i de a se întoarce la Pekin. În acest timp, Lee a reușit să găsească pentru o

vreame un post de profesor la Şanghai, dar în cea mai mare parte a timpului soţii Lee au fost nevoiţi să trăiască pe seama propriilor lor resurse şi din ceea ce putea câştiga Lee pe baza priceperii sale în materie de artă chineză.

Această întrerupere a dezvoltării sale ştiinţifice tocmai într-o perioadă care ar fi trebuit să fie cea mai fecundă şi hotărîtoare a fost pentru dînsul o lovitură serioasă şi mă frămînta problema ce trebuia şi ce puteam să întreprind în această situaţie. Am făcut tot posibilul pentru a-l aduce pe Lee în Statele Unite, dar atunci nu am reuşit.

Activitatea în China l-a interesat şi l-a atras pe Wildes tot atît de mult ca şi pe mine cu un an înainte. În anii următori, amîndoi ne-am dat multă osteneală, încercînd să influenţăm opinia americană în vederea sporirii ajutorului acordat Chinei. Ne-am adresat rectorului Compton, cerîndu-i să ne ajute în acest efort, şi el a avut o contribuţie însemnată la ajutorarea Chinei. Alte persoane de mare suprafaţă din institut au participat, de asemenea, la această acţiune.

Cîtva timp am fost convinşi că ajutorul pe care Statele Unite îl dau Chinei se scurge prin canale corecte. Dar în curînd au început să circule zvonuri îngrijorătoare. Treptat, am început să aflu de la chinezi informaţi şi de la călători americani că Gomindanul era neputincios ca o săgeată ruptă, că efectiv nu folosea ajutorul american şi că o mare parte a armelor şi echipamentului medical erau revîndute de membrii mai corupţi ai partidului.

Cam pe vremea aceea mi s-a adresat un grup de persoane care voiau ca eu să tutelez ajutorul pentru soldaţii comunişti din China, care, în lupta împotriva japonezilor, păreau să facă o treabă mai bună decît soldaţii Gomindanului. Am acceptat invitaţia, deoarece consideram că era în avantajul Statelor Unite.

Nici o persoană cu mintea ageră nu putea trăi anii care s-au scurs de la depresiune pînă la cel de-al doilea război mondial fără a căpăta experienţă în ce priveşte repercusiunile comunismului în America. Tinerii care au intrat în viaţa academică în perioada de depresiune au fost nevoiţi să recunoască că erau nişte

copii vitregi ai ordinii mondiale existente. Securitatea devenise un vis al trecutului, iar diferitele uri care constituiau complexul fascism, nazism și ku-klux-klanism erau o amenințare mereu prezentă, în special pentru cei din afara acestor grupări. Deci, ei căutau o mișcare sau o atitudine de care să se poată atașa, iar printre alte voci nu puteau să nu audă și vocile colegilor lor, comuniști convinși.

Atitudinea mea față de problemele chineze a fost întărită de sprijinul similar american acordat republicanilor spanioli. Aici, factorul conducător era profesorul Cannon de la catedra de fiziologie a Universității Harvard. El era neîndoielnic marele om al științei americane din acea perioadă și predase în Spania cu câțiva ani înainte.

Spania e o țară care în timpurile moderne nu a avut prea mulți oameni de știință mari, dar un domeniu în care ea a dat lucrări într-adevăr importante a fost fiziologia sistemului nervos, care pe Cannon, desigur, îl interesa în cea mai mare măsură. Nu este de mirare, așadar, că Cannon s-a simțit foarte atras de renașterea vieții intelectuale în Spania și că el a considerat de datoria lui să adere la sprijinul american acordat republicanilor spanioli. În această situație, el nu putea să respingă nici un ajutor, de oriunde ar fi provenit, și nu este de mirare că o parte apreciabilă a acestui ajutor provenea din cercurile comuniste. Aceasta a dus la anumite bîrfeli împotriva lui Cannon, dar el era mult prea sincer și drept pentru a se lăsa speriat de asemenea vorbe. M-am alăturat lui Cannon în sprijinul acordat de el republicanilor și mi s-a părut că această politică este un model valabil, bun de urmat în legătură cu problema chineză.

Pentru mine, timpurile erau complicate și neliniștite și din cauza problemelor de familie. Tata se retrăsese de la Harvard cu puțin înainte de accidentul său. Încercase multe dezamăgiri, și indiferența grosolană cu care rectorul universității Lowell a acceptat plecarea lui, fără a-i spune cîteva cuvinte amabile, i-a mărit și mai mult această decepție. După ce și-a revenit parțial de pe urma accidentului, a continuat

munca de cercetare la Biblioteca din Harvard și chiar se ducea acolo pe jos de la Belmont, dar activitatea lui scădea an de an.

Curînd după ce m-am întors din China, declinul său a luat forme destul de rapide și existau indicii că avusese un atac de apoplexie. Avea nevoie de o îngrijire de spital, dar de astă dată erau mult mai puține semne de refacere decît fuseseră data precedentă. A căzut într-o stare de depresiune agitată, în care mintea sa era adesea confuză. Totuși, era pe deplin conștient de această stare confuză și simțea că pierde legătura cu viața. Deprimarea lui lua adesea forma a ceea ce mi se părea a fi un adevărat comentariu al nenorocitelor evenimente politice mondiale de pe vremea aceea.

Pentru el era indiferent dacă vorbea în rusă, germană, spaniolă, franceză sau engleză. Atunci cînd vorbea în limbile pe care le cunoșteam, nu constatăm la el greșeli gramaticale și nici tendința de a amesteca cuvintele unei limbi cu gramatica alteia. Chiar și atunci cînd nu mai era în stare să mă recunoască că sînt fiul său, corectitudinea și vigoarea vorbirii sale poliglote n-au fost cîtuși de puțin afectate. La tata, cunoașterea limbilor nu era doar o specială la suprafața creierului său, ci intrase adînc în structura sa de bază.

Îl vizitam des și îl scoteam din cînd în cînd pentru a-l plimba cu mașina. Dar el era într-un permanent declin și era greu de dorit ca o asemenea semiviață, care era tot ce mai rămăsese dintr-insul, să fie continuată la infinit. În primul an de război a murit calm și pașnic în timpul somnului.

De cîțiva ani, mama lui Margaret se mutase la noi. În acest răstimp mai făcuse o vizită sau două la rudele ei din Germania. După mutarea ei, după cum am mai spus, limba germană a căpătat o extindere considerabilă în casa noastră. Ceea ce a intensificat rolul limbii germane în viața noastră a fost un mic episod care a avut loc în timpul uneia din vizitele noastre la Clubul prietenilor Chinei din Boston.

Era acolo o doctorandă la Radcliffe de origine mixtă chineză și germană, al cărei tată fusese administra-

torul unei mine de cărbuni din Pekin și se căsătorise cu fiica gazdei sale de pe vremea studenției în Germania. Lottie Hu, care a rezultat din această căsătorie, studia antropologia ca doctorand la Radcliffe. Vicisitudinile războiului au lipsit-o de orice venit. Și-a adunat tot curajul pentru a o întreba pe Margaret dacă n-ar putea locui la noi și să-și cîștige casa și masa și ceva bani de buzunar ajutînd în casă. În consecință, am luat-o pe Lottie în gospodăria noastră, unde ea a devenit prietenă și însoțitoare a tinerelor mele fiice.

Lottie poseda la perfecție trei limbi, vorbind la fel de liber chineza mandarinilor, engleza și germana. Deoarece limba germană devenise deja a doua limbă în casă, situația aceasta a continuat după acest nou aranjament și ambele mele fiice au făcut oarecare progrese în ceea ce privește cunoașterea limbii germane.

Fiicele mele erau în primele clase de liceu. Între noi existau fricțiunile obișnuite dintre părinți și copii; în special, ambele aveau anumite resentimente pricinuite de poziția mea științifică. Peggy spunea adesea: „Am obcsit să tot fiu fiica lui Norbert Wiener. Vreau să fiu Peggy Wiener“. Nu încercam de fel să ajustez copiii după tiparul meu, dar simplul fapt de a fi ceea ce sînt îi supunea în mod inevitabil unui fel de presiune împotriva căreia nu puteam face nimic.

Eram mîndru de ele, dar nu le-am educat să devină copii-minune. Am fost deosebit de încîntat de Barbara o dată cînd ea citise în manualul ei unele comentarii cu privire la oamenii din America Latină și mi-a spus: „Tăticule, autorul acestei cărți pare să vorbească foarte de sus despre oamenii din America Latină. Oare aceasta nu le displace?“ I-am răspuns: „Ești a maibii de ageră, fetiço!“

Cam pe vremea aceea se organizase la Boston o emisiune de radio după modelul: „Întrebați-i pe copii“. Barbara a luat parte la ea. Nu sînt de loc sigur că am fost înțelept permițîndu-i să participe, dar ea s-a comportat foarte bine și a învățat elementele artei de a se stăpîni în fața unui auditoriu.

M-am interesat întrucîtva de destinul ulterior al cîtorva membri ai acestui cerc de copii și se pare că totul a fost în regulă și că ei nu au suferit realmente vreun dezavantaj de pe urma acestui episod din viața lor.

Astfel, ca în toate familiile, aveam de examinat probleme și de luat decizii. Nu am nici certitudinea că politica pe care am adoptat-o a fost cea justă și nici nu mi-e rușine de greșelile pe care, probabil, le-am comis. Avem o singură viață de trăit și nu avem timp suficient pentru a ne desăvîrși în arta de a fi părinte.

A crește copii nu este un lucru ușor, dar într-o anumită măsură eram avantajați de faptul că treaba se împărțea între trei femei. Mama soției mele se îndeletnicea întotdeauna cu ceva pe lîngă casa noastră din Belmont și cea de la țară și adunase o grămadă de unelte și mecanisme pentru grădinărit, ocupație care îi oferea multă bucurie.

Ea era o nemțoaică crescută la țară, cu o viziune romantică asupra vieții, care o împinsese spre întinderile nemărginite ale Vestului american. Aici, în Noua Anglie, casa noastră de la țară era pentru ea o bucurie tot atît de mare ca și pentru oricare dintre noi.

În vara anului 1939, exact înainte de izbucnirea celui de-al doilea război mondial, ea s-a stins liniștită în timpul somnului, în încăperea ei de la etajul casei noastre din New Hampshire. Am înmormîntat-o la micul cimitir de țară, deschis tuturor vînturilor care bat dinspre Munții Ossipee. Piatra funerară pe care am ales-o era după șablonul tradițional al pietrelor funerare din New Hampshire, dar am gravat pe ea o inscripție care se potrivea originii sale germane și tăriei caracterului ei. Era începutul imnului lui Luther :

„Ein' feste Burg is unser Gott“ — „O cetate puternică este Dumnezeuul nostru“. Sînt mulțumit că ea a fost lipsită de teroriile și umilințele celui de-al doilea război mondial, care era pe punctul de a începe.

Încă înainte de dezlănțuirea războiului ca atare începu un lanț sumbru de catastrofe. Toamna anului

1938 a fost marcată atât prin München cât și prin primul din șirul de uragane din Indiile occidentale, care în ultimii ani au devenit o plagă pentru Boston. Începînd cu această perioadă, cu toții ne-am așteptat ca războiul mondial să izbucnească. Această stare a durat pînă în vara anului 1939.

În vara aceea, după moartea mamei soției mele, Margaret și cu mine am făcut împreună o scurtă călătorie în Canada. Această călătorie a constituit un precedent pentru călătorii similare cu automobilul, pe care le facem aproape în fiecare vară. Mai tîrziu, în cursul aceleiași veri, am făcut încă un voiaj în Canada, de astă dată singur, pentru a participa la întrunirea Societății americane de matematică la Madison, Wisconsin. Am pornit de la ferma mea pe un drum la nord de Marile Lacuri, ajungînd la Sault Ste. Marie, Michigan. În seara următoare.

Aici am aflat că izbucnise războiul. Aceasta mi-a amintit în mod ciudat că cu douăzeci și patru de ani înainte, cînd se dezlănțuise primul război mondial, eu mă aflam în altă călătorie, ca pasager pe un vas german, undeva pe la mijlocul Atlanticului de nord. Întreaga bucurie și plăcere pe care mi-a oferit-o înțîlnirea matematicienilor s-a spulberat. Noi sperasem ca această înțîlnire să servească pentru pregătirea congresului internațional care urma să aibă loc în Statele Unite în cursul verii anului 1940, dar acest proiect a trebuit să fie amînat cu zece ani.

M-am întors în Est cu un coleg englez și am avut posibilitatea de a ne inventaria sentimentele și așteptările în timp ce ajutam un prieten din statul New York la culesul strugurilor.

ANII RĂZBOIULUI. 1940—1945

Am revenit la M.I.T. în toamna anului 1939 și am început să studiez situația. Nu era prea optimistă.

În cercurile academice și tehnice, cei mai mulți dintre noi ne dădeam seama că un război mondial va cuprinde pînă la urmă și Statele Unite, ca toate celelalte țări importante. De aceea am început să ne îndreptăm gîndurile în direcția căutării unui sector de muncă în care ne-am putea face utili.

Pentru mine, eventualitatea unui serviciu militar activ nu fusese niciodată cu adevărat reală din cauza miopiei, iar anii care trecuseră nu îmbunătățiseră starea mea fizică. Pe de altă parte, nu m-am văzut niciodată într-un post administrativ și de fapt nimeni nu m-a crezut vreodată capabil de așa ceva. Părea deci evident că trebuie să mă ocup cu o muncă de cercetare științifică.

În timpul primului război mondial învățasem ceva calcul balistic. Calculul balistic constă în alcătuirea de tabele pentru artilerie și armele de foc mici, în care bătaia și diferite alte constante ce caracterizează arma de foc sînt corelate cu unghiul de ochire, încărcătura, greutatea proiectilului și așa mai departe. Aceste lucrări m-au învățat mult mai mult decît chestiunile de balistică pură, căci m-au obișnuit cu tot felul de trucuri ținînd de tehnica calculului. În ultimii ani consumasem, de asemenea, o mulțime de timp lucrînd cu ingineri electricieni. De aceea, con-

sideram că locul care îmi este destinat în război ar fi un fel de serviciu în care aş putea aplica tehnica calculului la probleme de electrotehnică. Apoi, lucrările mele împreună cu Lee mi-au oferit o posibilitate de a mă descurca în problemele de proiectare inginească.

Toate acestea erau clare, dar nu era clar care va fi direcția de unde va veni chemarea. Când așteptarea care măcina nervii cauzată de *Sitzkrieg*¹ începu să cedeze amenințării unor operații militare mai active, mulți dintre noi am început să ne dăm seama că problema principală care se punea Americii era de a menține Anglia în război în calitate de combatant efectiv pînă ce va sosi timpul cînd am putea intra și noi. Ceea ce însemna că războiul submarin și atacurile aeriene ale bombardierelor erau cele două amenințări principale la învingerea cărora trebuia să dăm ajutor.

Din fericire, Anglia însăși ne furnizase instrumentul cel mai bun pentru a o ajuta în aceste domenii: strălucita invenție a radarului. M.I.T. pornise să se ocupe de asemenea cercetări de la bun început, încă înainte de a se fi declanșat războiul din Europa și cu mult înainte de a fi intrat noi în acest război. Dar pe vremea aceea, lucrul acesta părea o treabă pentru specialiști, iar eu nu eram un specialist în radar.

Suvoiul de refugiați din Germania se intensificase, un timp, iar apoi încetase de tot. Aceste ultime picături ale emigrației nu mi se păreau alcătuite în întregime din persoane de aceeași valoare morală ca unele dintre cele ce veniseră înainte. Mulți dintre ei se arătau dornici de a ne îndoctrina asupra irezistibilității înaintării naziștilor. Zelul lor n-ar fi putut fi mai mare dacă ar fi fost propagandiști plătiți. În cele din urmă ne-a devenit foarte clar că, în afară de marea achiziție culturală alcătuită din bărbați și fe-

¹ Prin analogie cu *Blitzkrieg* (războiul fulger), *Sitzkrieg* ar însemna războiul de expectativă (de la cuvîntul german *sitzen* = a sta). — *Nota trad.*

mei persecutați de o certă valoare, care au îmbogățit viața noastră științifică, mai existau și persoane a căror obiecție principală împotriva nazismului era că el îi excludea. Noua vacanță de vară sosi tocmai la timp și noi am încercat să trăim o viață cât mai plăcută, neținînd seama de catastrofa din jurul nostru. Nu se poate trăi într-o atmosferă de tristețe perpetuă.

Familia Ingham din Cambridge, Anglia, a fost prinsă de război în America. Ei deveniră vecinii noștri de vară. Împărțeau cu noi plăcerile plimbărilor în munți și ale băilor în lacul Bear Camp.

În acea vară am primit vizita deosebit de interesantă a matematicianului maghiar Erdős, a matematicianului japonez Kakutani și a matematicianului englez Stone. Tocmai avuseseră neplăceri la Long Island, deoarece, din lipsă de atenție, s-au apropiat prea mult de stația de radiolocație. Au fost închiși peste noapte în calitate de străini suspecti, dar au fost eliberați mai târziu, cînd autoritățile au stat de vorbă cu protectorul lor, profesorul Veblen din Princeton. Tocmai după această aventură neplăcută, ei au sosit la noi la New Hampshire și pe veranda casei noastre am avut o mică sesiune științifică foarte plăcută. În prezent, Kakutani predă în Statele Unite, dar Stone și Erdős s-au întors în Europa.

La sfîrșitul verii, Ingham plecă în Anglia, după cum proiectase, dar soția, copiii și slujnica lor au rămas în valea noastră și în anul următor. Am făcut din nou lungi plimbări, la care participau acum cu mai mare ușurință și copiii. Am vizitat această familie de cîteva ori după întoarcerea lor în Anglia, unde cred că unul dintre băieți urmează universitatea, iar celălalt este ofițer al forțelor militare aeriene. Ei păstrează și acum o adevărată dragoste pentru New Hampshire și valea noastră.

Wintner a rămas vecinul nostru de vară. El și cu mine plănuiserăm să lucrăm împreună în cursul anului 1940—1941 și el venise la Cambridge în acest scop. Din păcate, în perioada aceea, atenția mea era concentrată asupra lucrărilor militare. Simțeam că în-

tr-o anumită măsură eram nedrept față de Wintner, încălcând înțelegerea dintre noi, deoarece el s-a simțit în stare să ignoreze presiunea atmosferei de război. Eu nu puteam și, deși doream să lucrez cu dînsul cu o parte a atenției mele, n-am fost în stare să-i consacru interesul deplin. Astfel am mers pe două căi, care treptat s-au îndepărtat tot mai mult una de cealaltă.

În primăvară, catastrofa din Norvegia avusese loc și catastrofa din Franța era iminentă. Liniștea sufletească pe care ne-o aducea casa noastră de la țară, unde ne obișnuisem să ne refugiem de loviturile lumii exterioare, nu putea să reziste confruntării cu pericolul iminent care amenința civilizația europeană.

În august 1940, întrunirea de vară a societății americane de matematică a avut loc la Dartmouth. Era atît de plăcută pe cît putea să fie în condițiile cînd atenția noastră era solicitată în mod real numai de război.

Algebra cantităților complexe este vitală pentru telefonie. Astfel încît Bell Telephone Company a construit un aparat, un computer numeric, pentru a face față nevoilor în acest domeniu. Importanța acestuia provine din faptul că notația noastră arabă pentru numere acordă numărului 10 o poziție artificială, justificată doar prin obișnuință, dar neavînd vreo legătură cu fundamentele reale ale aritmeticii. În loc de a scrie un număr ca avînd atîtea unități, atîtea zeci, atîtea sute ș.a.m.d., putem tot atît de ușor să-l scriem ca o sumă de unități, doiuri, patruuri, opturi ș.a.m.d. În acest caz, în locul celor zece cifre ale bazei noastre convenționale de numerație, am avea nevoie numai de două cifre, zero și unu.

Țăranii ruși utilizau ceva asemănător cu această bază binară de numerație pentru adunări, înmulțiri, scăderi și împărțiri. În raport cu baza de numerație 10, ea are marele avantaj că tabla înmulțirii se reduce la enunțul că unu ori unu este unu.

Din motive evidente este mai ușor să mecanizăm aritmetica cu baza doi decît aceea cu baza zece; laboratorul societății Bell a construit deci un computer

cu sistem binar. Singurul dezavantaj serios pe care-l prezintă aritmetica cu baza doi constă pur și simplu în faptul că toate țările au adoptat sistemul zecimal și mulțimea rezultatelor numerice existente este dată în conformitate cu această tradiție. Totuși, atunci când avem de făcut un calcul nou care implică un mare număr de operații, merită adesea să ignorăm această tradiție și să traducem toate datele noastre inițiale în baza doi, iar rezultatele finale înapoi în baza zece.

Sistemul binar de numerație este utilizat, de exemplu, pentru folosirea etaloanelor de măsură în vederea măsurării grosimii unei piese mecanice. Să presupunem că avem un etalon exact pentru grosimea de 1 inci, un etalon exact pentru grosimea de 2 inci, un etalon exact pentru grosimea de 4 inci și unul pentru grosimea de 8 inci. Le putem combina astfel încât să obținem orice grosimi avînd un număr întreg de inci de la unu la cincisprezece inclusiv. Codul este următorul: combinăm etaloanele noastre, suprapunîndu-le unul peste altul în felul următor:

1	inci	un etalon de 1 inci
2	„	„
3	„	„
4	„	„
5	„	„
6	„	„
7	„	„
8	„	„
9	„	„
10	„	„
11	„	„
12	„	„
13	„	„
14	„	„
15	„	„

Aceasta echivalează cu a scrie numerele de la 1 la 15 în felul următor : 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1111.

Nu-mi amintesc dacă înainte de întrunirea de la Dartmouth sau după aceea Vannevar Bush a trimis diferiților membri ai corpului didactic de la M.I.T. un chestionar cerînd sugestii referitor la mobilizarea și utilizarea oamenilor de știință în caz de război. În această chestiune aveam opinii bine definite și mă situam ferm pe poziția unei colaborări științifice care să treacă de frontierele dintre o știință și alta și care, în același timp, să fie organizată pe baze de liberă opțiune, păstrînd astfel pentru oamenii de știință o mare măsură de inițiativă și răspundere individuală. N-aveam nici o încredere în niște planuri bazate pe un înalt grad de subordonare a indivizilor față de o autoritate din afară care ar fixa fiecăruia cadrul restrîns în care să lucreze. De aceea, propuneam un sistem de organizare a unor mici echipe mobile de oameni de știință din diferite domenii, care să poată ataca problemele cu forțe unite. După ce ar obține rezultate concrete, un asemenea colectiv avea să paseze lucrarea unui grup de aplicare a ideilor și să treacă la următoarea problemă, pe baza experienței științifice și a experienței de colaborare dobîndite. Dar n-a ieșit nimic din asta. Cei care lucrează aproape exclusiv cu dispozitive mecanice cultivă o dragoste pentru ele, deoarece asemenea dispozitive sînt lipsite de factorii imprevizibili caracteristici ființelor umane.

Mecanizarea devine foarte lesne un fel de religie. Din fericire, vicisitudinile ultimilor douăzeci de ani au zdruncinat la mulți, inclusiv la Bush, încrederea în posibilitățile nelimitate ale mașinii. Totuși, au mai rămas destui care nu au fost confrunțați atît de direct ca Bush cu avantajele și dezavantajele mașinilor și acești oameni urmează tendința de astăzi de a înclina spre laboratoare imense și administrații puternice.

Întorcîndu-mă de la întrunirea Societății matematice, am început să discut cu Levinson, care era

acum un coleg cu drepturi depline, problema generală a mașinilor de calcul, punându-mi întrebarea dacă nu acesta ar fi domeniul care mi-ar fi destinat ca muncă pentru război. Cîtva timp studiasem pentru Bush utilizarea mașinilor în vederea rezolvării sistemelor de ecuații cu derivate parțiale și consideram acum că un fel de scanare ar fi baza convenabilă pentru mecanizarea problemelor ecuațiilor cu derivate parțiale. Noua mea experiență cu mașina binară m-a convins că mașinile binare electronice ar fi exact instrumentele necesare pentru înalta viteză de calcul de care au nevoie ecuațiile cu derivate parțiale.

Mi-am dat seama că, pentru ca o mașină să rezolve în mod convenabil ecuații cu derivate parțiale, ea trebuie să fie în stare să efectueze un volum incredibil de lucru într-un timp aproape incredibil de scurt. Aceasta mi-a sugerat ca viitoarele mașini de calcul rapide destinate acestor scopuri particulare să nu fie de tipul modelelor lui Bush, care reprezintă cantități fizice prin cantități electrice sau mecanice, ci să se prezinte mai curînd ca o uriașă extindere a calculatorului obișnuit de birou, care, după cum am mai spus, lucrează în baza doi și nu în baza zece.

Acum, cînd începusem să mă preocup în mod serios de problemele vitezei de calcul, eram nevoit să examinez meritele relative ale celor două mari strategii în metodologia de calcul. Una dintre ele, aceea pe care o urma Bush, se numea calculul analogic; aici, cifrele numerice ale calculului sînt reprezentate prin cantități fizice măsurabile. Cealaltă, modul cifric de calcul — care este acela al calculatorului obișnuit de birou —, reprezintă un număr prin șirul cifrelor sale.

Deosebirea esențială dintre computerii analogici și computerii cifrici constă în aceea că aceștia din urmă fac în esență exact ceea ce facem noi cînd executăm operații aritmetice pe hîrtie. Atunci cînd reprezentăm un număr ca 56, avem în vedere că el este o combinație a cinci zeci și șase unități. Cînd înmulțim acest număr cu 38, care este alcătuit din trei zeci și

opt unități, realizăm operațiile indicate în cele ce urmează :

$$\begin{array}{r}
 56 \\
 38 \\
 \hline
 48 \\
 40 \\
 18 \\
 15 \\
 \hline
 2128
 \end{array}$$

Aici nu depășim niciodată tabla înmulțirii și regulile simple de adunare și nici nu reprezentăm numerele noastre 56 și 38 drept cantități, cum ar fi 56 grade sau 38 inci.

Există mașini cifrice de multiplicare în care zece nu joacă nici un rol, ele operînd în baza doi. Iată cum lucrează ele : să considerăm operația $7 \times 5 = 35$. Avem :

$$\begin{aligned}
 7 &= 4 + 2 + 1 \\
 5 &= 4 + 1
 \end{aligned}$$

În baza doi, aceste enunțuri echivalează cu a scrie 7 sub forma 111, iar 5 sub forma 101, ceea ce înseamnă că 7 este o dată patru, o dată doi și o dată unu, pe cînd 5 este o dată patru, nici un doi și un unu. Cînd înmulțim acestea, obținem următoarea formă a operațiilor :

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 101 \\
 \hline
 111 \\
 111 \\
 \hline
 11211
 \end{array}$$

Dacă ne amintim că în baza doi avem $2 = 10$, atunci numărul 11211 poate fi scris 12011 sau 20011 sau 100011. Această din urmă formă reprezintă adevărata formă binară, deoarece nu conține decît cifrele zero și unu. 100011 înseamnă $1.32 + 0.16 + 0.8 + 0.4 + 1.2 + 1 = 35$. Această metodă se numește metoda înmulțirii în baza doi. Repet : ea este tot atît de cifrică cum este înmulțirea obișnuită în baza zece.

Spre deosebire de dispozitivele cifrice, un dispozitiv de calcul analogic funcționează în felul următor : într-un electrodinamometru, două bobine se atrag una pe alta în raport cu produsul intensităților celor două curenți care trec prin aceste două bobine iar această atracție se poate măsura printr-un aparat cu scară corespunzător. Dacă într-o bobină avem un curent cu o intensitate de șapte unități, iar în cealaltă cinci unități, pe scară se vor citi treizeci și cinci de unități. Acest fel de instrument pentru înmulțire este cunoscut sub numele de instrument analogic, deoarece situația noastră inițială, în care sînt de înmulțit anumite cantități, este înlocuită printr-o situație nouă, în care funcționează doi curenți prin analogie cu cantitățile noastre inițiale și produc un rezultat fizic care este analog cu cel din situația inițială.

Mașinile de calcul cifric diferă, așadar, de mașinile de calcul analogic prin aceea că în principiu aici rezultatul se poate citi cu gradul complet de precizie al numerelor introduse, în timp ce mașinile analogice sînt restrînse la gradul de precizie cu care situația inițială este reprezentată analogic de cea folosită în calculele noastre. Mașinile lui Bush pentru rezolvarea ecuațiilor diferențiale sînt mașini strict analogice.

În ceea ce privește meritele relative ale acestor mașini, marea flexibilitate a aparaturii electrice și a altor instrumente de măsurare permite construirea cu mult mai mare ușurință a unei bune mașini analogice decît a unei bune mașini cifrice. Totuși, atunci cînd este vorba de o viteză mare sau de o exactitate mare, avantajul este în întregime de partea mașinilor cifrice. Există foarte puține măsurători fizice care se pot executa cu o exactitate mai mare decît o zecimiime, iar aceasta corespunde la determinarea a patru cifre zecimale și a nu mai mult de paisprezece cifre binare.

Afară de aceasta, executarea unei măsurători cu un asemenea grad de precizie cu greu ar putea fi un proces cu adevărat instantaneu. Mașinile analogice sînt în mod intrinsec mai încete decît este necesar

pentru a face față cerințelor unui ca'cul foarte rapid și de mare volum, astfel încît am avut sentimentul că ele au trecut de apogeul lor.

În ceea ce privește mașinile cifrice, am fost nevoit să adîncesc studiul principiilor funcționării lor. Calculatorul obișnuit de birou determină poziția unor roțițe pe baza poziției altor roțițe. Fiecare asemenea poziție este o alegere între zece alternative. Nu este dificil să reprezentăm aceste zece alternative prin zece dinți dispuși pe o roată de metal. Însă utilizarea roților metalice ridică probleme și dificultăți din pricina inerției și forțelor de frecare.

Mi se părea că este de preferat în orice caz să înlocuim sistemul de alegere mecanică a cifrelor care caracterizează mașinile cifrice existente, printr-o alegere electronică. Cele două avantaje la care ne puteam aștepta erau uriașa reducere a inerției unui curent de electroni în comparație cu aceea a unui șir de elemente mecanice și mai marea ușurință tehnică a eliminării pierderilor cvasifrictionale — adică a pierderilor datorită rezistenței — prin amplificare. Ca rezultat al acestor două avantaje, eram aproape sigur că mașinile de calcul rapide ale viitorului vor fi mașini cifrice electronice. Trebuie să spun că această idee începuse să-și facă loc în literatură și că punctul meu de vedere asupra mașinilor de calcul nu făcea decît să reflecte spiritul timpului.

După cum am mai spus, o mașină cifrică zecimală face o alegere între zece posibilități, pe cînd o mașină binară alege între două alternative. Cred că la origine adoptarea generală a bazei de numerație zece provine de la cele zece degete ale mîinilor noastre. Unele popoare, cum ar fi maya, au numărat, pare-se, atît cu degetele de la mîini cît și cu cele de la picioare și au folosit baza douăzeci. Este interesant de remarcat că, dacă oamenii ar fi fost construiți după schema desenelor lui Walt Disney, cu cîte patru degete la fiecare mînă, am fi adoptat, probabil, baza opt, care nu este decît o ușoară variantă a bazei doi, deoarece $2 \times 2 \times 2$ este 8.

Totuși, există un avantaj întîmplător care, deși nu recomandă baza zece, cel puțin o face mai ușor de

folosit decît, să zicem, baza treisprezece. Maşinile de calcul de tip zecimal depind de utilizarea unor roţiţe cu zece dinţi egal distanţaţi. Construirea lor implică realizarea unui decagon, poligon cu zece unghiuri. În geometria plană, aceasta este o problemă simplă, pe cînd construirea unei figuri regulate cu treisprezece laturi nu este de loc uşoară.

În cazul unui circuit electronic, dispozitivele care corespund roţilor nu mai depind de geometria plană obişnuită şi zece nu este un număr mai uşor de reprezentat decît altul. Într-un circuit electric, alegerea naturală ar fi între două alternative.

Există circuite bine cunoscute, cu două poziţii alternative de echilibru; ele sînt denumite circuite electrice bistabile. Singura posibilitate uşoară de a construi un circuit cu zece alegeri părea a fi combinarea unor circuite bistabile. Logica circuitelor bistabile ar conduce la o combinaire a alegerilor între un număr de alternative, un număr care ar fi o putere a lui doi. Prin urmare, părea că singura cale naturală pentru a construi o mulţime de zece alternative ar fi fost construirea unei scheme de şaisprezece poziţii şi eliminarea a şase din ele.

Dar cînd proiectăm o maşină, plătim cu efort şi bani nu numai fiecare lucru pe care-l face, dar şi fiecare lucru pe care maşina este în stare să-l facă; a utiliza zece din şaisprezece poziţii posibile reprezintă o pierdere de $37\frac{1}{2}\%$. Concluzia mea a fost că maşina de calcul rapidă pentru rezolvarea ecuaţiilor cu derivate parţiale trebuie să fie o maşină electronică cifrică în baza doi.

Pentru a lucra în baza doi, aveam nevoie de utilizarea unor maşini care au numai două alternative posibile, cum ar fi prezenţa sau absenţa unei găuri într-o cartelă. Acest instrument era deja utilizat la maşinile Hollerith, fabricate de International Business Machines Corporation. Însă această modalitate de a scrie un număr în baza doi nu era convenabilă pentru o maşină într-adevăr rapidă. Perforarea unei bucăţi de carton este un proces lent dacă ne gîndim la o viteză de ordinul milioanei de operaţii pe secundă. O asemenea scară era necesară pentru a rea-

liza o viteză cu adevărat mare. Afară de aceasta, ordonarea cartelelor utilizate și depozitarea unui stoc suficient de mare de cartele noi ar deveni în scurt timp o problemă de ordin aproape astronomic.

Viteza perforării hîrtiei putea fi crescută mult prin folosirea unei scînteii electrice în locul unui perforator mecanic, dar aceasta nu suprima problema cantității imense de material. Astfel, eram împins în mod firesc spre ideea unei benzi metalice pe care un electromagnet s-o marcheze magnetic. O asemenea marcarea se putea citi cu mare viteză și se putea șterge cu mare viteză, lăsînd banda liberă și disponibilă pentru o altă utilizare.

Una dintre problemele principale în legătură cu aceste benzi constă în a reduce dimensiunile semnelor, astfel încît pe o arie dată să putem așeza un număr cît mai mare de semne care să se distingă în mod clar. Aceasta pretinde utilizarea unor magneți pentru inscripție și numărătoare cu poli de dimensiuni extrem de mici. Mi se părea că reducerea dimensiunilor polilor magneților nu va duce la rezultatul dorit din cauza propagării cîmpului magnetic de-a lungul benzii, în afară de cazul cînd banda însăși sau cel puțin stratul ei magnetic efectiv nu ar fi extrem de subțiri.

De aceea, am avut ideea, rezultată în parte din strădaniile mele și în parte din conversațiile cu acei colegi care erau cunoscători mai temeinici decît mine ai dezvoltărilor tehnice în acest domeniu, că cel mai bun lucru de făcut ar fi să tratăm separat cele două cerințe impuse benzii: posibilitatea de magnetizare și trăinicia. Puteam face aceasta așezînd un strat magnetic fin pe un material nemagnetic suficient de trainic. M-am gîndit la început la un strat fin de fier suprapus pe o bandă din alamă sau alt metal nemagnetic, dar m-am gîndit de asemenea — cred că la sugestia unui coleg — la instrumentul care acum este predominant: o bandă de hîrtie acoperită cu un strat fin de oxid de fier magnetic.

Am discutat de curînd cu un prieten de la I.B.M. practicile actuale la mașinile de calcul rapide, în special la cele care lucrează cu metoda cunoscută sub

numele de Monte Carlo, rezolvînd ecuații cu derivate parțiale printr-un proces de mediere reiterat. Se pare că mijloacele pe care le-am propus în 1940 sînt în esență acelea care sînt folosite acum.

Șansele la jocurile de noroc dintr-un cazino sînt extrem de regulate și previzibile, iar metoda Monte Carlo constă în formularea problemei matematice ca un joc ideal, participarea la joc de un mare număr de ori și determinarea teoretică a cîștigului. Dispozitivul de calcul pe care l-am propus în 1940 are același caracter nescutit ca și metoda Monte Carlo de astăzi și depindea, de asemenea, de un număr mare de partide ale unui joc ideal.

Am prezentat o sinteză a propunerilor mele lui Vannevar Bush, dar nu am avut parte de o primire prea favorabilă. Bush recunoștea că am idei de perspectivă, dar considera că ele pot fi realizate într-un viitor prea depărlat pentru a avea vreo importanță în cel de-al doilea război mondial. El m-a sfătuit să mă gîndesc la aceste lucruri după război, iar între timp să-mi îndrept atenția spre obiective de utilitate practică mai imediată.

Mai tîrziu am aflat că el nu avea o opinie prea bună despre aparatura pe care am propus-o mai ales fiindcă eu nu eram inginer și nu asamblasem niciodată nimic. Posibilitățile sale de a aprecia o lucrare a cărei materializare concretă nu a văzut-o erau foarte reduse. Singura satisfacție care îmi rămîne în prezent este aceea că mi-am expus ideile cu aproximativ zece ani înainte de a se fi dezvoltat tehnicile care le demonstau valabilitatea.

Văzînd că în războiul care se apropia nu aceasta ar putea fi sarcina mea, am început să caut alte modalități de a fi de folos. Într-o vreme am avut idei cu privire la o metodă matematică și mecanică pentru codarea și decodarea mesajelor. Desigur că ideile mele ar fi putut fi folosite, dar în acest domeniu nu este suficient pentru o idee să fie viabilă. De fapt, pentru a fi cît de cît valoroasă, o idee trebuie să funcționeze cu mult mai bine decît procedeele existente sau decît procedeele care se pot inventa cu ușurință.

Nu este simplu să se precizeze ce înseamnă un lucru mai bun pentru un procedeu de codare și decodare. Se poate presupune că orice text cifrat suficient de lung va putea fi decodat de către un inamic eventual, dacă i se dă timp suficient. Și, de asemenea, se poate considera că problema decodării unui mesaj cifrat nu este necesarmente banală, chiar și atunci când cifrul este cunoscut. Un cifru bun trebuie să îmbine o anumită ușurință a decodării lui de către o mașină sau de către un destinatar care-l cunoaște cu o mare măsură de dificultate a decodării lui de către un inamic care nu-l cunoaște. Așa cum se întâmplă de obicei când avem două cerințe diferite ce se pun unui sistem sau aparat, acest lucru nu ne conduce la un aparat unic, ci la un număr de aparate depinzând de ponderea unei cerințe sau alteia. Astfel, există cifruri ușoare, utile pentru mesajele care trebuie să rămână secrete doar timp de o oră, și există cifruri dificile, pentru mesaje al căror secret trebuie să se mențină luni de zile. Iar între ele avem un întreg spectru de cifruri. Din acest motiv, alcătuirea de cifruri nu este o chestiune care se poate aborda cu ușurință, fără cunoașterea tradiției existente și a nevoilor practice pentru fiecare utilizare în parte. Iarăși trebuia să caut alt domeniu pentru a fi de folos. L-am găsit în proiectarea aparaturii de comandă a tragerii pentru tunurile anti-aeriene.

Pe când eram tânăr, comanda tragerii era concepută, în primul rînd, din punctul de vedere al bateriilor de coastă și al vaselor de război, adică al platformelor pentru tunuri, care se mișcau atît de încet în raport cu ținta, încît exista șansa de a executa un calcul considerabil cu instrumente manuale foarte primitive înainte ca ținta să fi trecut dincolo de bătaia efectivă.

Chiar din timpul primului război mondial, avionul a schimbat toate acestea. Problema de a doborî un avion nu este, desigur, asemănătoare cu lansarea unui obuz de mortier într-o fortăreață, ci seamănă cu vînatul rațelor. Rața nu stă locului în timp ce vînatul trage; și dacă veți ținti acolo unde vedeți rața, pa-

sărea va depăși mult acel punct pînă sosește alicea. Trebuie să țintiți în fața țintei și trebuie să estimați acest avans repede și exact. Dacă estimația nu este corectă, probabil că nu veți mai avea altă șansă cu pasărea respectivă.

Sistemul de comandă pentru tragerile antiaeriene trebuia să conțină un echivalent mecanic al unei table balistice care să permită tunului, în mod automat, depășirea necesară față de avion, astfel încît obuzul și avionul să ajungă simultan în același loc. Într-o anumită măsură, aceasta este o problemă de pură geometrie, dar rezolvarea ei concretă implică o ameliorare a estimațiilor noastre cu privire la poziția viitoare a avionului. Ea trebuie să fie estimată pornind de la pozițiile trecute sau, în orice caz, de la pozițiile trecute observate. Problema prezicerii poziției viitoare a avionului este ceea ce matematicienii numesc o problemă de extrapolare.

Lucrările mele precedente de electrotehnică mă familiarizaseră cu teoria *operatorilor*. Un operator în acest sens reprezintă un dispozitiv care transformă un anumit semnal electric la intrare într-un semnal corespunzător la ieșire. În limbaj matematic, operatorul poate fi reprezentat printr-o formulă de transformare, dar nu orice asemenea formulă de transformare conduce la operatori fizicește realizabili. Condiția principală pe care trebuie s-o impunem unui operator pentru ca acesta să aibă realitate fizică este ca semnalul de la ieșire să fie determinat numai de valorile din trecut și din prezent ale semnalului de la intrare. Se poate vedea că problema tragerii într-un avion pretinde ca operatorul realizabil să aproximeze poziția viitoare a avionului, ceea ce de fapt ne conduce la un operator nerealizabil; numai un profet care știe ce se petrece în mintea aviatorului ar putea prezice poziția viitoare a avionului cu certitudine absolută. Avem totuși destul de des mijloace care permit realizarea sarcinii mai modeste a unei predicții suficient de corecte.

Procese matematice care mi s-au impus în primul moment pentru predicție erau, de fapt, imposibil de executat, deoarece ele presupuneau că dispunem

în prezent de informații asupra viitorului. Însă am fost în stare să arăt că, într-un anumit sens, aceste procese se pot aproxima prin altele cărora nu li se poate aduce această obiecție.

N-aș vrea să mă pierd ai în amănunte tehnice pe care le-ar putea înțelege numai oamenii de știință sau inginerii. Dar de fapt am examinat diferite posibilități de aproximare a operatorilor nerealizabili prin operatori realizabili. Am supus aceste idei profesorului Caldwell, care înainte de război condusesse la M.I.T. lucrările legate de mașinile de calcul ale lui Bush, iar acum se ocupa de aplicarea acestor mașini la probleme militare. După obiceiul timpului, Caldwell a pus imediat o interdicție asupra ideilor mele, astfel încît nu mai puteam vorbi despre ele în mod liber cu oricine aș fi dorit. Pentru organizarea probelor pentru problema mea, Caldwell și cu mine am fost tentați să facem uz de analizorul diferențial al lui Bush, din cauza ușurinței de asamblare a părților sale pentru soluționarea unui domeniu întins de probleme diferite. În această privință, analizorul diferențial semăna cu un joc de mecano ; și într-adevăr, cînd englezii au încercat să-l urmeze pe Bush și să construiască un analizor diferențial, ei au folosit piese de mecano obișnuit și au obținut succese foarte mulțumitoare.

Am organizat diferite experiențe cu diferite scheme de prelucrare și am constatat că cele mai bune erau în adevăr cele pe care le consideram mai bune din capul locului. Aparatului nostru era un ansamblu de sumatori, multiplicatori și discuri integrate. În acest stadiu, teoria predicției devenise un proiect de stat ; un tînăr inginer, Julian Bigelow, care lucrase cîțva timp la International Business Machines, a fost atras la această muncă. Așa a început îndelungata noastră colaborare. Bigelow era un om liniștit, un autentic american din Noua Anglie, al cărui unic viciu științific era un exces de virtute științifică. Era un om care încerca necontenit să perfecționeze ceea ce făcea și nici o lucrare pe care a făcut-o vreodată n-a fost în ochii săi suficient de completă pentru a-l satisface.

Fusese un aviator entuziast, dar acest sport devenise imposibil în timp de război și, în orice caz, prea costisitor pentru un om de condiție medie. Majoritatea accidentelor din aviația particulară nu sînt grave, în sensul că aviatorul poate scăpa din ele neatins, dar reparațiile necesare pentru avion nu sînt mici. Ele trebuie efectuate de mecanici autorizați și cu aprobarea autorităților aeronautice civile; efectuîndu-se, în general, în locuri îndepărtate, aceste reparații constituie o povară reală pentru buzunar.

Timp de mulți ani, Bigelow a îngrijit o serie de automobile vechi și uzate. Pentru automobilistul obișnuit, un automobil este un mijloc pentru a se deplasa undeva, dar pentru un amator entuziast, automobilul reprezintă o provocare adresată îndemînării sale de a depăși dificultățile. Un atare inginer nu va fi niciodată mulțumit cu un automobil care funcționează normal. Ori va căuta să construiască un superautomobil, ori își va exersa ingeniozitatea făcînd să meargă un automobil care după toate canoanele automobilistice ar fi trebuit cu ani în urmă să fie dat la fier vechi. Dacă veți călători cu un asemenea șofer, veți fi la adăpost de accidente cu consecințe serioase, dar niciodată, absolut niciodată, nu vă vor lipsi aventurile. Îmi amintesc că la un moment dat von Neumann a vrut să se consulte cu Bigelow considerîndu-l drept un eventual colaborator pentru întocmirea unui proiect de mașini de calcul. Am telefonat de la Princeton la New York și Bigelow a fost de acord să vină la noi cu automobilul său. Am așteptat pînă la ora fixată, dar nici urmă de Bigelow. Mai trecu un ceas și el tot nu se arăta. Tocmai cînd pierdusem orice speranță, am auzit pufăitul unui vehicul foarte uzat. Sosise, în sfîrșit, cu un automobil care în mîinile oricărui altuia decît ale acestui inginer competent ar fi murit cu multe luni în urmă.

Bigelow și cu mine am început prin a încerca să stabilim limitele metodei noastre de predicție, căci era aproape sigur că vom găsi limite serioase. De astă dată, în loc de a încerca predictorul nostru pe

o curbă lină, l-am încercat pe grafice alcătuite din două segmente rectilinii formînd un unghi.

Trebuie să spun că predictorul consta dintr-o parte care trebuia să urmărească o curbă dată și o altă parte care, pe baza acestor date din trecut, avea să indice o porțiune a curbei în viitor. Cînd am pus aparatul nostru să lucreze pe o curbă care nu era lină, ci formată dintr-un segment rectiliniu urmat de un alt segment care făcea cu primul un unghi, predictorul a continuat să funcționeze, dar într-un mod foarte ciudat.

Ceea ce era interesant și emoționant, dar, de fapt, nu neașteptat era că piesele aparatului proiectat pentru a urmări cel mai bine o curbă lină erau supra-sensibile și intrau într-o oscilație violentă în vîrfurile unghiului. Am făcut această experiență în nenumărate rînduri și am obținut același rezultat. Atunci mi-a venit ideea că acest fenomen trebuie să fie în ordinea lucrurilor și că deci nu-l vom putea înlătura. Poate că ține de natura predicției ca un aparat exact pentru curbe line să fie excesiv de sensibil pentru curbe frînte. Poate că avem aici un exemplu de același fel de răutate a naturii ca aceea care apare în principiul lui Heisenberg, principiu care ne interzice să stabilim precis și simultan atît unde se află o particulă cît și cît de repede se mișcă ea.

Cu cît studiam mai mult problema, cu atît ne convingeam mai mult că avem dreptate și că dificultatea este fundamentală. Dacă însă nu puteam face ceea ce voiam (adică să construim un predictor universal perfect) (de fapt nici nu ne făcusem prea mari speranțe) trebuia să croim hainele după material și să construim cel mai bun predictor pe care matematica ni-l permitea. Singura întrebare era însă: ce anume înțelegeam prin cel mai bun predictor? Dacă aveam de ales între erori de inexactitate și erori de hipersensibilitate, pe ce bază puteam stabili un compromis între aceste două genuri de erori?

Răspunsul era să putem face un atare compromis numai pe bază statistică. Cunoscînd distribuția reală a curbelor pe care voiam să le urmărim, respectiv distribuția reală a avioanelor pe care voiam să le

doborîm, puteam căuta o predicție pentru care o anumită cantitate să aibă o valoare minimă; la început, dacă voiam să ne ghidăm după ușurința calculului, dacă nu după semnificația militară, cel mai firesc era să alegem eroarea medie pătratică a predicției.

Aceasta înseamnă că am luat pătratul erorii predicției la fiecare moment de timp sau, cu alte cuvinte, pătratul diferenței dintre valoarea prezisă și valoarea adevărată. Apoi am luat media acestora pe întreaga durată a funcționării aparatului. Tocmai această medie a erorii pătratice am încercat noi s-o minimalizăm. Astfel, am putut să formulăm problema predicției ca o problemă de minimalizare și să-i dăm o formă matematică definită de îndată ce am elaborat o anumită ipoteză cu privire la statistica curbelor ce urmau a fi studiate. Ramura matematicii care se ocupă cu minimalizarea unor cantități asociate curbelor este cunoscută sub numele de calcul variațional și are o tehnică bine cunoscută și bine stabilită. În multe cazuri, ea duce la formularea unei anumite ecuații diferențiale pentru funcția sau curba care trebuie să satisfacă condiția de minimalizare, dar există cazuri (și cazul nostru era unul dintre acestea) cînd ea duce la un gen de ecuații apropiate, așa-numitele ecuații integrale.

Pentru mine, acesta a fost un noroc, căci ecuațiile integrale se aflau în sfera preocupărilor mele, dar și mai favorabil era faptul că ecuația integrală specifică la care duce problema era o ușoară extindere a uneia care fusese examinată de Eberhard Hopf și cu mine. Rezultatul a fost că puteam nu numai să formulez problema predicției, dar și s-o rezolv; iar cel mai mult m-a bucurat faptul că soluția se prezenta într-o formă simplă. Nu era dificil să construiești un aparat pentru a realiza în metal ceea ce realizasem pe hîrtie. Tot ce aveam de făcut era o asamblare destul de simplă a unor inductori electrice, rezistențe și capacități acționate de un mic motor electric de tipul celui pe care-l puteți cumpăra la orice întreprindere de specialitate.

Am construit un aparat care traducea înălțimea

unui punct față de o bază dată într-o tensiune electrică. Această tensiune, care varia cu timpul, am trecut-o printr-o combinație de rezistențe, condensatori și bobine cu miez magnetic. La alt punct al sistemului se înregistra tensiunea și se măsoara continuu cu un voltmetru. Tipul de voltmetru pe care l-am folosit de fapt ne-a dat un grafic continuu al tensiunilor de la ieșire. Tocmai acest grafic urma să servească ca predicție a tensiunii o bucată de timp în viitor.

Problema următoare de care a trebuit să mă ocup se referea la predicție pe baza unor date asupra trecutului care nu erau precise. Și aceasta ducea la o problemă de minimalizare, în care trebuia să specificăm nu numai statistica datelor de care dispuneam, ci, în același timp, și statistica erorilor. Această problemă de minimalizare ducea la o altă ecuație a lui Hopf-Wiener. Ecuația se rezolva prin aceleași metode, așa că am obținut o teorie întru totul satisfăcătoare.

În munca științifică nu este suficient să fii în stare să-ți rezolvi problemele. Mai trebuie să te ocupi de toate aspectele problemelor și să lămurești ce anume probleme ai rezolvat în fond. Se întâmplă adesea ca rezolvînd o problemă să obții în mod automat răspunsul la alta care nici măcar n-a fost luată în considerare în ordinea de idei dată.

Așa s-a întîmplat în cazul noii teorii a predicției. Concluziile asupra predicției viitorului unui mesaj care se prezintă însoțit de zgomote perturbatoare, pe baza statisticii simultane a zgomotului și a mesajului s-a dovedit a conține în sine întreaga idee a unei noi metode de separare a zgomotelor și mesajelor într-un fel care într-un anumit sens este cel mai bun posibil. Aceasta s-a întîmplat într-un moment foarte oportun, căci noua tehnică a radarului întîmpina dificultăți serioase. Și în radar era important să se descifreze un mesaj care este tulburat și slab din cauza fondului de zgomot. Prin zgomot, inginerii electrotehnicieni înțeleg nu numai zgomotul pe care-l auziți, ci orice perturbare electrică nedorită. De exemplu, fluctuațiile și pîlpîirile pe care le vedeți într-un aparat de televiziune prost reglat constituie un zgomot. Mesajele care intervin într-o piesă a aparatului radar și tulbură ima-

ginea pe care o urmărim, în loc s-o dețină, sînt cunoscute ca zgomote.

Separarea zgomotului de mesaj se realizează prin filtrul de unde. Filtrele de undă există de mulți ani în istoria telefoniei ca piese care reușesc să elibereze un mesaj de o parte a zgomotului însoțitor. Inițial, ele erau construite în așa fel ca să treacă toate mesajele printr-un domeniu de frecvențe cu o schimbare cît mai mică posibil a intensității lor și să slăbească cît mai mult posibil celelalte frecvențe imediat adiacente.

Atunci cînd, avînd experiența filtrelor telefonice, s-au construit asemenea filtre pentru televiziune, s-a constatat că, după un anumit moment, cu cît caracteristicile filtrului sînt mai stricte, cu atît el funcționează mai prost. De ce oare să fie așa ? Răspunsul era că filtrul telefonic este croit pentru caracteristicile specifice ale urechii umane. Urechea umană este un instrument foarte exact pentru perceperea înălțimii și destul de exact pentru perceperea intensității. Dar tot urechea este un instrument foarte slab pentru a percepe ceea ce se cunoaște sub numele de fază, sau, cu alte cuvinte, pentru a înregistra exact momentele cînd oscilația aerului trece prin zero. Un curent alternativ este reprezentat, după cum am mai spus, nu printr-o singură cantitate care-i dă intensitatea, ci prin două, care dau intensitatea și faza. Imaginea unui curent alternativ seamănă întrucîtva cu dinții unui pieptene. Cînd mișc pieptenul înainte și înapoi de-a lungul muchiei sale, schimb o anumită cantitate cunoscută sub numele de fază. La sunet, această schimbare nu este complet imperceptibilă, dar ea nu este prea mare și filtrele mai vechi pentru telefon și pentru alte instalații sonore nu acordau multă atenție diferențelor de fază.

Radarul, ca și televiziunea, face apel la ochi, iar în genul de mesaj transmis de radar sau televiziune ochiul este tot atît de sensibil la erorile de fază ca și la erorile de amplitudine. Astfel, devierea de fază pe care vechiul filtru de tip telefonic îl genera la radar și televiziune era un preț prea mare care trebuia plătit pentru excelența transmitere a amplitudinii pe

un mare domeniu de frecvențe. Pentru a minimaliza eroarea totală în televiziune și radar, era necesar să se reducă abaterea de fază, chiar dacă aceasta implica abateri de amplitudine ceva mai mari decât era de dorit. Căutînd acest echilibru între două abateri, metoda pe care am propus-o, deși nu era ideală, dădea rezultate mai bune decât oricare dintre cele folosite anterior.

Nu vreau să spun că alții nu și-au dat seama de nepotrivirea vechilor construcții de filtru la radar și nici că acești alții n-au înțeles motivul esențial al acestui eșec, ci vreau să arăt doar că metoda mea dădea pentru prima oară o cale simplă, solidă și rezonabilă de abordare a problemei la nivel fundamental.

Pentru a explora posibilitățile predictorilor, Bigelow și cu mine am organizat un mic laborator. Aveam un personal compus din doi tehnicieni. Unul era un excelent mecanic și electrician, care transpunea ideile noastre în metal aproape tot atît de repede pe cît le concepeam. Celălalt era un calculator care înainte fusese contabil.

Cititorule dacă vreodată vei organiza un laborator de calcul, să ții seama de sfatul meu și să nu iei drept calculator pe un contabil, oricît de cinstit și eficient ar fi. Calculatorul dumitale trebuie să facă calculele cu un anumit grad de precizie. Aceasta înseamnă atîtea și atîtea cifre semnificative, indiferent dacă importanța începe cu șase locuri înainte sau cu șase locuri după virgula zecimală. Contabilul dumitale lucrează pînă la cenți, și el nu va depăși cenții pînă la judecata de apoi. Cu orice sume opera contabilul nostru, el se oprea în toate etapele exact la două cifre după virgulă, indiferent dacă numerele respective erau milioane, unde chiar și unitățile de la stînga virgulei zecimale nu puteau avea vreo importanță, sau erau de ordinul sutimilor de miimi.

Așa fi dicta conștiința : să fie exact pînă la ultimul cent ; pur și simplu nu putea să înțeleagă că mărimile fizice nu se măsoară în cenți, ci pe o scară de valori mobilă, în care ceea ce este cent pentru o problemă poate să fie dolar pentru alta. În special cînd trebuia să calculeze o diferență mică între două numere mari

aproape egale, el nu putea realiza niciodată că aceste numere mari trebuie să fie măsurate cu un grad de exactitate mult mai mare decât diferența lor.

Mi-am luat foarte în serios răspunderea pentru acest proiect. Am încercat să lucrez contra cronometru și aceasta este un lucru pentru care sînt complet necorespunzător. În repetate rînduri am calculat nopți întregi pentru a respecta un termen imaginar care nu exista. Nu eram pe deplin conștient de pericolele benzedrinei și mă tem că am abuzat de ea în detrimentul sănătății mele.

Oricum, am constatat faptul foarte dezagreabil că povara secretului în proiectul meu mă apăsa prea mult și că benzedrina joacă feste posibilităților de a păstra cu adevărat un secret. Naturii mele nu prea discrete, benzedrina i-a mai suprapus o limbuție cu totul nepotrivită momentului. Am fost nevoit să renunț la benzedrină și să caut o cale mai rațională pentru a mă fortifica și a putea suporta greutățile muncii militare.

Lucrul meu era executat sub supravegherea dr. Warren Weaver de la Institutul Rockefeller. Am mers de mai multe ori, Bigelow și cu mine, să ne consultăm cu el și să ne confruntăm ideile cu ale altor persoane care lucrau la teoria predicției și a ajustării datelor procurate de forțele antiaeriene. De două sau de trei ori ne-am dus în Sud la Fort Monroe, în Virginia, și la o bază militară de pe coasta Carolinei de Nord. Acolo am găsit lucrători de la Bell Telephone Laboratory care erau mai mult decât dornici să facă schimb de idei cu noi și ne-am unit eforturile cu ei și cu alții care lucrau în același domeniu. Mă tem că adormeam des la aceste întâlniri, care urmau voiajului și muncii noastre grele.

Cînd ne-am întors acasă, am făcut o instalație experimentală pentru a genera acel gen de funcții neregulate care intervin în predicția antiaeriană, iar apoi am proiectat un aparat de predicție pe baza observațiilor statistice pe care le-am făcut pe această instalație. De fapt, am reușit să construim un predictor care să determine o modificare a tensiunii în timp, să zicem cu o jumătate de secundă înainte ca aceasta

să apară. Aceasta ne-a permis să ne verificăm teoria și să găsim criterii pentru un aparat care să ne dea o predicție bună.

Problema generării unei curbe neregulate cu un grad de neregularitate statistic controlabil era foarte interesantă. Am proiectat pe tavan o pată de lumină aflată într-o mișcare mai mult sau mai puțin periodică. Am încercat să urmărim această pată cu o altă reflectată într-o oglindă, care era comandată de un aparat. În acest aparat, mișcarea reală a petei de lumină nu era proporțională cu rotirea manivelei care o regla, ci cu o asociație foarte complicată de derivate și integrale ale acestei mișcări. Mai mult, manivela era atașată la un sistem de greutate și arcuri elastice care era foarte departe de a da senzațiile chinestezice pe care le-am asocia în mod firesc cu un asemenea aparat. Cu alte cuvinte, mișcarea petei luminoase era supusă unei comenzi care, în primul rînd, era foarte complicată și în plus dădea impresia de ceva total greșit. Firește, fiecare persoană va reacționa la aparat întrucîtva altfel; evantaiul predicțiilor era în funcție nu numai de comportarea generală a aparatului, ci și de priceperea de a comanda aparatul, specifică unui anumit individ într-o anumită perioadă de deprindere.

Am fost recompensați prin rezultate clare și palpabile. Pe de o parte, construisem o instalație mecanică care punea în lumină atît felul în care acționează omul atunci cînd este confruntat cu o problemă artificială, cît și natura unei acțiuni neregulate cauzate de om. Pe de altă parte, găsisem o cale pentru a reproduce într-o anumită măsură proprietățile mișcărilor neregulate de felul celei a avionului în zbor. Astfel, aveam oarecare speranță că teoria va putea fi utilizată pentru proiectarea unui aparat practic de doborîre a avioanelor.

În ce privește comanda tirului antiacrian, importanța ideilor noastre era dublă. Aveam două elemente umane care trebuiau luate în considerare în această comandă. Pe de o parte, atunci cînd pilotul zboară și încearcă o manevră, linia zborului său depinde în mare măsură nu numai de limitele avio-

nului, dar și de cele ale propriului său sistem nervos, astfel încît acțiunea sa nu este prea diferită de acțiunea umană ipoletică proiectată.

Pe de altă parte, tunarul antiaerian face uz de o tehnică cu care nu-și poate urmări perfect ținta, ci în care introduce anumite erori întîmplătoare provenind din limitele organelor sale de simț și ale mușchilor săi. Acești doi factori umani intră ca o componentă în procesele semimecanice prin intermediul cărora tunul antiaerian își doboară ținta.

Pe la începutul războiului, singura metodă cunoscută de urmărire a unui avion cu tunul antiaerian era ca tunarul să mențină avionul în raza vizuală printr-un proces reglat de mîna lui. Mai tîrziu în cursul războiului, cînd radarul s-a perfecționat, acest proces s-a mecanizat. A devenit posibil ca aparatul de radar care localizează avionul să fie cuplat direct cu tunul și astfel să se elimine elementul uman în orientarea tunului pentru tragere.

Totuși, nu părea nici pe departe posibil să eliminăm elementul uman în măsura în care el se manifestă în comportamentul inamicului. Or, pentru a obține o tratare matematică cît mai completă a problemei generale a comenzii, era necesar să asimilăm diferitele părți ale sistemului cu o singură bază, sau umană sau mecanică. Deoarece înțelegerea de către noi a funcționării instrumentelor mecanice folosite pentru orientarea tunului ne apărea ca depășind de departe înțelegerea proceselor psihologice, am optat pentru încercarea de a găsi un analog mecanic al tunarului și al pilotului.

În ambele cazuri, operatorii păreau să-și regleze conduita observînd erorile comise într-o anumită schemă de comportare și opunînd acestor erori acțiuni care urmăreau în mod deliberat să le reducă. Această metodă de comandă ni s-a părut a fi asemănătoare cu o metodă cunoscută în circuitele electrice și care acum se aplică la servomecanisme sau sisteme în care utilizăm o sursă exterioară de energie în scopuri de comandă, așa cum se întîmplă în conducerea unui autocamion. Aceasta o numim conexiune inversă negativă sau feedback negativ.

Utilizăm feedback-ul negativ pentru a comanda turela tunului unei nave. Cînd direcția în care este îndreptat tunul și direcția pe care aparatul nostru de calcul spune că trebuie s-o aibă tunul sînt diferite, această diferență este utilizată pentru a regla semnalul de pornire a turelei, care va fi de așa natură, încît turela să se apropie mai mult de poziția dorită.

În fiziologie se știe că starea patologică a unui organ ne ajută mult să înțelegem funcționarea lui în stare normală. Ne-am pus întrebarea : oare un sistem cu feedback negativ are o patologie specifică de care să ne putem da seama ? Aici ne aflăm pe un teren solid.

Pentru a constata scopul general al unui sistem cu feedback negativ, să luăm cazul unei turele comandate cu o manivelă. Dacă această manivelă acționează direct asupra turelei, atunci una și aceeași acțiune asupra manivelei va produce rezultate foarte diferite, după cum tunul este rece și unsoarea vîscoasă sau tunul este cald și unsoarea este foarte fluidă. Dacă tunul este tras în jos, mărind astfel momentul de inerție al turelei, rezultatele vor fi diferite de cele pe care le vom stabili cînd tunul este ridicat și turela are un moment mic de inerție față de axa verticală. Scopul primar al comenzii cu feedback a turelei tunului este de a determina ca răspunsul turelei să fie cît mai proporțional cu efortul aplicat la pîrghie și deci mai puțin dependent de frecarea variabilă, de inerție și de alte circumstanțe exterioare.

Un sistem cu feedback nu numai că este mai puțin dependent de schimbările de sarcină decît un sistem fără feedback, dar această dependență se reduce tot mai mult pe măsură ce o parte tot mai mare a mișcării participă la conexiunea inversă sau, cu alte cuvinte, pe măsură ce feedback-ul are un indice de amplificare mai mare. Totuși, această îmbunătățire a comportării nu continuă la infinit, deoarece după o anumită etapă, cînd amplificarea trece de un anumit prag, aparatul intră într-o oscilație spontană și se comportă într-un chip atît de anarhic, încît obținem o independență scăzută față de sarcină și nu una mărită. În ipoteza că comanda umană depinde, de

asemenea, de feedback, ne așteptăm să apară anumite condiții patologice pentru un feedback foarte mare, astfel încît organismul uman, în loc de a acționa efectiv ca un sistem de comandă, să intre în oscilații tot mai anarhice, pînă se distruge complet sau cel puțin pînă ce își schimbă mult metoda fundamentală de comportare.

Această idee, provenind în mod egal de la Bigelow și de la mine, am supus-o atenției prietenului meu neurofiziolog dr. Rosenblueth. El nu plecase încă în Mexic și continua să fie coleg cu dr. Cannon la Școala medicală de la Harvard. Întrebarea concretă pe care i-o puneam era următoarea: sînt cunoscute dereglări ale sistemului nervos în care pacientul cînd este odihnit nu manifestă vreun tremur, dar încercarea de a întreprinde o acțiune, ca ridicarea unui pahar cu apă, îl face să tremure atît, încît acțiunea eșuează și (în exemplul nostru) apa se varsă?

Răspunsul dr. Rosenblueth a fost că asemenea condiții patologice sînt bine cunoscute sub numele de tremur intențional și că foarte des focarul maladiei se află în cerebel, care comandă activitatea organizată a mușchilor noștri și nivelul la care ea are loc. Astfel, bănuielile noastre că feedback-ul are un mare rol în comanda organismului uman au fost confirmate de faptul bine stabilit că patologia feedbackului arată o strînsă asemănare cu o formă recunoscută a patologiei comportării umane ordonate și organizate.

În ultimii doi ani am avut o experiență care poate fi considerată ca un comentariu la ideile pe care le-am expus aici. Pe neașteptate, mica mea nepoțică care locuia la noi se îmbolnăvi de un tremur intențional de exact aceeași natură ca cel de care am vorbit aici. Am dus-o de îndată la spital și s-a constatat că suferă de o anumită formă de encefalită care-i atinsese cerebelul. Era o situație care putea duce la consecințe grave, dar fetița a avut șansa de a se restabili complet, fără vreo sechelă ulterioară. Dacă aș fi fost un om superstițios, această experiență și multe cazuri asemănătoare povestite de medici m-ar fi determinat să presupun că maladiile sînt niște ființe

răutăcioase care nu doresc altceva decât să se răz-
bune pe oameni de știință care le urmăresc.

Să revin la lucrările echipei noastre de trei per-
soane. Am expus aceste idei într-un articol, dar mai
important chiar decât articolul era faptul că Bigelow
și cu mine eram convinși că am putea înainta în
deplină siguranță tratând verigile umane în lanțul
de comandă ca și cum ar fi fost piese ale unui
aparat cu feedback. De aceea, ne-am crezut în drept
să trecem de la rudimentara noastră instalație ex-
perimentală la proiectarea unui aparat complet pen-
tru predicție și comanda tirului antiaerian.

Deoarece era clar că aparatul de comandă a tiru-
lui antiaerian era în esență un circuit complet cu
feedback, a cărui construcție conținea mai multe ase-
menea circuite subsidiare, trebuia să găsim unele
caracteristici ale acestor circuite. Dar aceste caracte-
ristici nu le cunoșteam, astfel încît aparatul-combină
pe care-l proiectasem era tare rudimentar și avea o
comportare neverificabilă. În aceste circumstanțe nu
era recomandabil să ne mai ocupăm de el, în parte
întrucît asemenea comportări, pe cît le putusem cal-
cula matematic, nu ne promiteau performanțe foarte
bune.

Ideile noastre au fost preluate cu rîvnă de alți
lucrători în acest domeniu și au dus la o îmbunătă-
țire sensibilă în practică, în special a părții care
consta în filtrarea erorilor experimentale de obser-
vație. Pînă la urmă nu ni s-a încredințat perfecțio-
narea proiectului nostru, dar, de fapt, mi s-a cerut
să scriu o carte despre seriile temporale, extrapolare
și interpolare. Cartea a fost multiplicată într-o formă
fotolitografiată, care, datorită hîrtiei galbene în care
era legată, a început să fie cunoscută sub numele
de „volumul galben“, un nume care anterior apar-
ținuse cărților legate în galben din seria matematică
editată de Springer. Manualul meu a fost utilizat
foarte liber nu numai în timpul războiului de către
proiectanții sistemului de comandă pentru ochire și
tragere cu tunurile antiaeriene, dar și de către in-
ginerii servomecanismelor și specialiștii în electro-
comunicații, atît în timpul războiului cît și mai tîrziu.

Cartea a fost reeditată după război într-o ediție adăugită și ameliorată, avînd și o anexă scrisă de profesorul Norman Levinson, care a făcut mult mai clară utilizarea metodelor mele.

Munca pe care am depus-o în ceea ce privește abordarea statistică a comenzii tirului antiaerian a dus ulterior la un punct de vedere statistic general în tehnica comunicațiilor. Anii care au trecut de atunci și pînă acum au dus la acceptarea unanimă a acestui punct de vedere în tehnica comunicațiilor, dar ei au dat mult mai mult. Aș putea spune că aproape întreaga inginerie a preluat în curînd metodele statistice, care sînt pe cale de a trece și pe terenul mai puțin ortodox al meteorologiei, sociologiei și economiei.

Dar să revin la observațiile mele anterioare cu privire la Willard Gibbs și la revoluția în fizică produsă de el și contemporanii săi. Concepția newtoniană ortodoxă despre dinamica fizică oferă anumite ecuații cuprinzînd viteze, ecuații cunoscute sub numele de ecuații diferențiale. Cu ajutorul acestor ecuații și cunoscînd valorile inițiale sau valorile la timpul zero ale variabilelor ale căror viteze sînt determinate după valorile lor numerice, putem urmări desfășurarea în timp a acestor fenomene. La fiecare moment dat cunoaștem valorile noastre; pe baza lor putem determina vitezele schimbărilor lor, iar aceasta ne dă o aproximare a acelorași valori și viteze în momentul următor.

Dacă alegem un interval de timp suficient de scurt, putem înainta de-a lungul istoriei fenomenelor noastre către orice moment de timp pe care vrem să-l obținem. Aceasta este metoda folosită de astronomi pentru calculul orbitelor planetelor și metoda folosită de specialiștii în balistică pentru studiul zborului proiectilelor și determinarea traiectoriei lor.

În astronomie, după cum am spus anterior, calculul orbitelor este o operație matematică foarte exactă și datele inițiale sînt cunoscute foarte precis. Nu acesta este cazul în majoritatea problemelor balistice și tehnice. La tragerea unui obuz, de exemplu, unghiul de lansare este cunoscut numai cu o precizie foarte

limitată și tot astfel încărcătura, greutatea proiectilului și diferitele condiții atmosferice. Rezultatul este că nu pornim cu nici una din aceste date exact, ci cunoaștem doar mulțimi de date stabilite în cadrul unui interval. Metoda tradițională de a rezolva ecuația balistică constă în a presupune că datele inițiale sînt cunoscute exact. Apoi stabilim unghiul de incidență, viteza la ciocnire și alți parametri semnificativi, după care revizuim rezultatele cu ajutorul metodelor de interpolare sau corecție, care utilizează o procedură cu totul diferită.

În cursul acestui proces risipim o mare cantitate de efort, la început dînd datelor noastre o precizie ne-realistă, iar apoi corectînd rezultatele care se vor realiste. Există însă o altă metodă care acum intră în uz și al cărei părinte spiritual este Willard Gibbs.

Gibbs a arătat că, atunci cînd un sistem dinamic evoluează după propriile sale legi, ca, de exemplu, atunci cînd un titirez se rotește liber, se produce ceva ce seamănă mult cu scurgerea unui fluid. Pentru a caracteriza un titirez, avem nevoie de un punct într-un anumit spațiu, dar acest spațiu nu este același cu spațiul tridimensional cu care sîntem familiarizați în geometria solidelor rigide. Pentru determinarea poziției unui titirez este nevoie de șase coordonate sau cantități măsurabile, iar pentru determinarea momentelor sale de alte șase. Toate acestea la un loc formează o organizare cu douăsprezece dimensiuni pe care, prin analogie, o putem denumi un spațiu cu douăsprezece dimensiuni. În acest spațiu există o anumită măsură a volumului, astfel încît o mulțime de titirezi care acoperă un volum anumit la un moment dat acoperă un volum egal în orice alt moment. Acest tip de invarianță a volumului se regăsește în toate sistemele dinamice în care nu apare o intrare sau o ieșire de energie.

Această scurgere la care ne-am referit poate fi concepută ca o scurgere a probabilității și astfel a fost înțeles de către Gibbs. Probabilitatea ca într-un moment dat o particulă să se afle într-o regiune dată a acestui spațiu specific este aceeași cu probabilitatea ca la orice moment ulterior particula să se

afie în regiunea corespunzătoare în care s-a scurs regiunea inițială.

Astfel, ecuația tipică a scurgerii nu mai este un sistem general de așa-numite ecuații diferențiale ordinare, ci un ansamblu de ecuații integrale. Aceste ecuații integrale corelează distribuțiile din trecut cu distribuțiile din viitor de așa manieră, încît atunci cînd suprapunem diferite distribuții din trecut, obținem suprapuneri ale distribuțiilor corespunzătoare din viitor. Un sistem ca acesta, în care sumele la ieșire corespund sumelor la intrare, este cunoscut sub denumirea de liniar, iar ecuațiile integrale ale scurgerii care descrie dinamica respectivă pot fi considerate ca liniare.

Din punctul de vedere al calculului, metoda este foarte comodă. În cazul unor probleme mai complexe ea poate fi chiar mai ușoară decît metoda clasică a lui Newton. Într-o formă întrucîtva simplificată metodele de acest tip sînt folosite acum pe scară largă de catedra de mecanică de la M.I.T.

În afară de avantajele pur calculatorii în cazurile mai complicate, metoda este esențialmente superioară din punct de vedere logic metodei de calcul newtoniene. Motivul este următorul: ceea ce introducem în problema noastră nu constă doar din date exacte pe care mai tîrziu trebuie să le ajustăm în concordanță cu imprecizia ecuațiilor și condițiilor inițiale, ci cuprinde o imprecizie intrinsecă care ne frînează munca. Astfel, nu are sens să facem calculele cu o precizie excesivă și să anulăm apoi efectul acestui supracalcul printr-un studiu *ad-hoc* al erorilor, ci trebuie să ne așezăm toate cărțile pe masă de la bun început. Ceea ce obținem în final este ceea ce dorim: nici mai mult, nici mai puțin. Aceasta reduce o grămadă de efort necesar și, totodată, sporește exactitatea reală a ceea ce facem.

Nu ne putem aștepta ca o măsurătoare științifică să fie absolut precisă și nici rezultatele unui calcul pe baza unor date imprecise nu pot fi considerate drept precise. Fizica newtoniană tradițională ia niște observații imprecise, le atribuie o precizie care de fapt nu există, calculează rezultatele la care ele ar

trebui să ducă, iar apoi atenuează precizia acestor rezultate pe baza impreciziei datelor inițiale. Atitudinea modernă în fizică se depărtează de cea a lui Newton prin aceea că ea lucrează cu date imprecise ținînd seama de nivelul real de precizie al observațiilor și încearcă să calculeze rezultate de o precizie imperfectă, fără a trece printr-o etapă în care se presupune că datele sînt perfect cunoscute.

Dacă am urma în aceste probleme imprecise genul de calcul de care face uz astronomul cînd determină orbitele planetelor, s-ar putea întîmpla să alegem condiții inițiale care să ducă la rezultate finale netipice pentru domeniul mai larg al condițiilor inițiale cu care am operat și această instabilitate a orbitei noastre poate să ne împingă la o falsă apreciere a erorii finale.

După cum am spus înainte, vorbind despre lucrările mele de predicție, cu cît instrumentele noastre devin mai sensibile, ele devin mai nestabile. Aceasta produce o eroare de un gen deosebit de cel al impreciziei, dar la fel de serioasă. Ceea ce am spus despre instrumentele mecanice este adevărat și pentru metodele de calcul. Echilibrul între erorile de imprecizie și erorile de instabilitate este ceva care poate fi calculat numai pe bază statistică. Atunci de ce să nu adoptăm baza statistică de la bun început și să nu obținem atît rezultatul mediu cît și eroarea printr-o metodă unitară de calcul ?

Dacă această recunoaștere a naturii statistice a întregii științe se dovedește valoroasă în cel mai newtonian tip al calculelor de inginerie mecanică, cu atît mai mult ea va fi metodă naturală de calcul în acele domenii în care erorile noastre de observație sînt în mod firesc foarte mari !

Să considerăm, de exemplu, meteorologia. Știm o grămadă de lucruri despre dinamica atmosferei ; și dacă observațiile noastre asupra condițiilor inițiale ar fi foarte bune, ne-am putea aștepta să putem calcula viitorul pe o cale pur newtoniană, chiar dacă această cale implică un efort de calcul excesiv. Însă ceea ce știm de fapt cu privire la atmosferă este un

eșantion de cel mult trei sau patru observații pe zi la o sută de mii de mile cubice din atmosferă.

Recent, sub influența lui John von Neumann, s-a făcut încercarea de a se rezolva problema prezicerii vremii tratînd-o ca ceva asemănător cu o problemă complexă de determinare a unor orbite astronomice. Ideea constă în a introduce toate datele inițiale într-o supermașină de calcul și, făcînd uz de legile mișcării și de ecuațiile hidrodinamicii, de a calcula vremea pentru o mare perioadă de timp viitoare.

Dificultatea constă în faptul că toate observațiile serviciului de meteorologie dau informații limitate la cîteva puncte, cu lacune mari între ele. Aceste lacune se pot umple numai printr-un anumit gen de raționament statistic. Așadar, o metodă meteorologică adecvată trebuie să țină atît de considerente dinamice cît și statistice. Există semne clare că în meteorologie elementul statistic nu poate fi minimizat fără a pune în pericol întreaga investigație.

Nu vreau să neg importanța dinamicii, dar înțeleg să afirm virtuțile abordării gibbsiene, în care dinamica este tratată ca un curent statistic.

Meteorologia este tipică pentru acele științe numerice care au apărut tîrziu în istoria științei. În știința economică, așa-numita știință econometrică a dinamicii economice suferă de dificultatea fundamentală potrivit căreia cantitățile numerice pe care le introducem în dinamică nu sînt bine definite și trebuie tratate ca estimări statistice foarte aproximative. Cine știe exact cum să definească o cerere și cum s-o măsoare în termeni care să satisfacă majoritatea celorlalți economiști? Pot oare doi economiști să aibă aceeași opinie în ce privește numărul de oameni neocupați în Statele Unite la un moment dat?

Econometria nu va ajunge niciodată prea departe pînă ce nu vor fi făcuți doi pași: primul este ca observarea cantităților cu care operează — cereri, resurse și alte asemenea — să fie supusă aceluiași criterii de precizie și rigoare ca și dinamica care le combină. Al doilea este să recunoaștem de la început natura statistică și precizia imperfectă a can-

tităților cu care lucrăm și să trecem la tratarea lor gibbsiană.

Ceea ce am spus aici despre meteorologie și econometrie se aplică și dinamicii sociologice, biometriei și, în special, studiului foarte complicat al sistemului nervos, care este un fel de meteorologie cerebrală. Toate acestea țin de gramatica utilizării metodelor matematice în științele semiexacte. Aceste considerente se află în miezul ingineriei viitorului.

Această nouă tehnică a fost întrevăzută în lucrările mele militare asupra predictorilor comenzii tirului antiaerian și a fost dezvoltată în lucrările mele ulterioare de teoria comunicației. Chiar și acum ea a pătruns numai printre puținii inițiați din domeniile respective ale cercetării științifice, dar ea este din punct de vedere filozofic corectă și promite să schimbe întreaga față a tuturor științelor exacte și semiexacte.

Cînd am scris pentru prima oară despre teoria predicției, nu știam că unele dintre ideile matematice principale apăruseră deja în literatură. N-a durat mult și am aflat că, exact în ajunul celui de-al doilea război mondial, un articol mic dar important în aceeași materie fusese publicat de matematicianul rus Kolmogorov în publicația *Comptes Rendus* a Academiei Franceze de Științe. În această lucrare, Kolmogorov se limita la predicția discretă, pe cînd eu lucram la predicție într-un timp continuu; Kolmogorov nu discuta despre filtre și nici despre chestiuni legate de electrotehnică și nu propunea vreun mijloc de a realiza predictorii săi în metal sau de a-i aplica la comanda tirului antiaerian.

Dar toate ideile mele fundamentale existau în lucrarea lui Kolmogorov înainte de a fi fost în lucrările mele, deși mie ni-a trebuit cîtva timp pînă să devin conștient de aceasta. O serie de comunicări ale lui Kolmogorov și ale unor discipoli ai săi, cum ar fi Krein, au continuat să apară în *Doklady (Comunicările Academiei Ruse de Științe)*¹ și, deși aceste co-

¹ Denumirea corectă. Comunicările Academiei de Științe a U.R.S.S. — *Nota trad.*

municări continuă în cea mai mare parte să se mențină la concepția predicției dezvoltată anterior de Kolmogorov, concepție întrucâtva mai restrînsă decît a mea, nu sînt de loc convins că Kolmogorov nu și-a dat seama în mod independent de posibilitatea unor aplicații pe care le-am făcut eu. Dacă lucrurile stau astfel, el s-a abținut, probabil, de a le publica din cauza importanței lor pentru munca științifică militară a Uniunii Sovietice. Un recent articol al lui Krein, în care el se referă explicit la lucrările mele în domeniul aplicațiilor, mă convinge de aceasta.

Nu m-am întîlnit niciodată cu Kolmogorov și, de fapt, n-am fost niciodată în Rusia¹ și nici n-am fost în corespondență cu el sau cu cineva din școala lui. Astfel încît ceea ce spun despre el este în mare măsură presupunere. Într-un stadiu incipient al activității mele destinate autorităților militare ale Statelor Unite, înainte de a fi văzut articolul lui Kolmogorov, s-a pus întrebarea dacă s-ar putea ca cineva în străinătate să fie în posesia unor idei similare cu ale mele. Am spus că indubitabil Germania nu este pregătită pentru a le recepta, că s-ar putea ca prietenii mei Cramer, în Suedia, și Lévy, în Franța, să reflecteze într-o direcție similară, dar că, dacă cineva în lume lucrează la aceste idei, apoi cel mai probabil ar fi Kolmogorov, în Rusia. Aceasta am spus-o deoarece știam că de douăzeci-treizeci de ani de-abia apuca să publice unul dintre noi o lucrare în vreun domeniu, că celălalt era gata să publice un articol foarte apropiat pe aceeași temă.

Acum doi-trei ani am văzut o carte rusească de teoria predicției, teoria comunicațiilor și alte chestiuni similare cu numeroase referințe atît la lucrările lui Kolmogorov, cît și la lucrările mele. Cartea îi acordă prioritate lui Kolmogorov și, deși această prioritate este numai parțială, am spus mai sus că există temeiuri bune pentru a-l considera nu numai ca descoperitor independent al unei mari părți a acestei ma-

¹ Wiener a participat la un congres internațional de automatică ținut la Moscova și a luat contact cu matematicieni și filozofi sovietici abia în 1960. — *Nota trad.*

terii, ci și ca primul care a scris în această privință. Cartea se ocupă de lucrările mele într-un mod foarte serios și mă tratează mult mai bine decât m-aș fi așteptat, date fiind relațiile internaționale.

Cartea denumită „volumul galben” continuă și acum să joace un rol important în munca americană de cercetare, atât în scopuri militare cât și pentru uz mai general. Ea a fost reeditată cu asentimentul guvernului și probabil că un exemplar din această carte a parvenit în Rusia și a servit drept bază pentru comentariile rusești de care am pomenit mai sus.

Începînd cu aceasta, munca mea sau mai curînd munca grupului meu s-a extins, acoperind un domeniu foarte larg din teoria și practica comunicațiilor. În primul rînd, „volumul galben” era o abordare statistică a problemelor comunicațiilor. Cînd scriam cartea, aproape nimeni nu se gîdea la comunicații în acești termeni. Sper că-mi va fi iertată mîndria cu care afirm că abordarea statistică a teoriei comunicațiilor este acum acceptată aproape peste tot.

Am abordat teoria informației pornind de la circuitul electric care transportă curent continuu sau, cel puțin, ceva care s-ar putea interpreta drept curent continuu. În același timp, Claude Shannon de la Bell Telephone Laboratories dezvolta o teorie paralelă și în mare măsură echivalentă din punctul de vedere al sistemelor electrice de comutare. Aceasta reprezenta o dezvoltare directă a lucrării sale anterioare asupra utilizării algebrei logicii în problemele de contacte.

După cum am mai spus, lui Shannon îi place discretul și evită continuul. El a considerat **mesajele** discrete ca un fel de șir de da-uri și nu-uri distribuite în timp, iar fiecare decizie simplă între un da și un nu ca element al informației. În cadrul teoriei continue a filtrării am ajuns la o definiție foarte asemănătoare a unității de informație, deși la început parnisem de la un punct de vedere cu totul diferit.

Introducînd definiția cantității de informație după Shannon și Wiener (căci ea ne aparține în egală măsură amîndurora), ne-am abătut radical de la si-

tuția existentă în acest domeniu: timp de mulți ani se considerase că capacitatea de transmisie a unei linii de comunicații în unitatea de timp trebuie măsurată prin lărgimea de bandă a frecvențelor transmisibile.

Se presupunea că o lărgime de bandă de 200 de cicluri poate transmite de două ori mai multă informație pe secundă decît una de 100 de cicluri. Această supoziție ignora faptul că, în absența zgomotului, orice lărgime de bandă este suficientă pentru a transmite într-o secundă orice cantitate de informație. O singură tensiune măsurată cu exactitate de 1 la 10 trilioane ar putea transmite întreaga informație cuprinsă în *Enciclopedia britanică* dacă zgomotul din circuit nu ne-ar limita exactitatea măsurării la ordinul unei zece miimi.

În primii ani ai telefoniei, foarte puține linii erau încărcate cu mesaje pînă la ultima limită a capacității lor de transmisie. Cînd tehnica s-a dezvoltat și noile modalități de comunicație, ca radioul și televiziunea, au impus o exploatare mai completă a spațiului disponibil pentru mesaje, a devenit clar că zgomotul în liniile sau în canalul aerian de comunicație este un alt factor important pe care trebuie să-l luăm în considerație. Eterul este plin de perturbații, pe care specialiștii în radio le numesc statice, și nici un conductor, indiferent dacă este metalic sau gazos, nu poate transmite electricitatea în cantități mai mici de un electron. Neregularitatea curentului de electroni, cunoscută sub numele de efect de alicie, este un factor important de luat în considerare în orice proiectare modernă a comunicațiilor.

Abia cu puțin înainte de cel de-al doilea război mondial, încărcătura canalelor de comunicații a crescut într-atît, încît zgomotele inevitabile au devenit o barieră practică serioasă în calea utilizării și mai intense a liniilor. În acest fel, punctul de vedere statistic în teoria comunicațiilor, pe care eu îl anticipasem cu mulți ani înainte prin analiza armonică generalizată și pe care Shannon și cu mine l-am considerat fundamental la începutul celui de-al doilea război mondial, s-a impus și a trebuit să fie

luat în considerare ca fundamental curînd după ce a început războiul.

Lucrarea pe care am consacrat-o feedbackului în sistemele de comandă a tragerii și sistemul nervos a introdus o altă revoluție, care, ca și prima, a fost recunoscută în toată lumea în ultimii cîțiva ani. Cînd am început să lucrez la M.I.T., electrotehnica se împărțea în două ramuri principale, care în Germania erau cunoscute sub numele de tehnica curenților slabi și tehnica curenților tari, iar în Statele Unite sub numele de electroenergetică și electrocomunicații.

Distincția dintre cele două domenii este valabilă, dar timp îndelungat nu i s-a înțeles nici natura, nici locul pe unde trece hotarul. Stația generatoare pentru emițători de televiziune sau un emițător de radio transatlantic poate utiliza cantități relativ mari de energie, dar această energie este folosită, în primul rînd, pentru comunicații, pe cînd motorul cu o fracțiune de cal putere utilizat în bormașina dentistului poate folosi cantități relativ mici de energie. Totuși, în primul caz, electricitatea este folosită, în primul rînd, pentru asigurarea transmiterii mesajului, pe cînd în al doilea caz, ea se consumă numai ca sursă de energie.

Într-o perioadă cînd această distincție nu era pe deplin înțeleasă, se considera că servomecanismele pentru comanda turelelor tunului și a altor piese din aparate grele țin de electroenergetică și nu de electrocomunicații. Întreaga tradiție a electroenergeticii considera curentul și tensiunea ca mărimi care variază în timp, cîtă vreme întreaga tradiție a teoriei transmisiunii, în special sub influența lui Heaviside, considera mesajul ca o sumă a unui număr mare sau infinit de diferite frecvențe. Pe atunci nu era ușor să se înțeleagă că și pentru servomecanisme, și nu numai în telefonie sau televiziune, cel mai comod este să abordăm problemele prin intermediul frecvențelor și nu pornind de la reprezentarea tuturor proceselor ca funcții de timp.

Cred că pot să-mi atribui meritul de a fi înțeles acest lucru în mod clar și de a fi transferat întreaga

teorie a servomecanismelor în domeniul electrocomunicațiilor. Întreaga mea concepție asupra acestor materii m-a făcut să consider mașina de calculat ca o altă formă a unui instrument de comunicații, care afectează mai mult mesajul decât energia. Din punctul meu de vedere, un asemenea sistem reprezintă o succesiune de dispozitive comutatoare legate între ele în așa fel, încât informația care rezultă în unele etape se introduce în etapa următoare ca informație de intrare și de reglare.

Era clar că asemenea dispozitive comutatoare puteau să fie realizate și sub forma roților dințate sau a altor mecanisme asemănătoare, după cum puteau foarte bine să fie relee mecanice sau relee electrice, folosind lămpi electronice sau alte mijloace ale electronicii. După cum am spus, eram mai înclinat să folosesc dispozitive comutatoare care fac o alegere între două alternative și nu acelea care fac o alegere între zece alternative; am încercat să popularizez această concepție cu privire la mașinile de calcul în cercurile largi de ingineri.

La Harvard, unde se lucra sub conducerea lui Howard Aiken, care era subvenționat de guvern, am văzut pentru prima oară o mașină cifrică cu relee. Am fost foarte impresionat de lucrarea lui Aiken și am admirat-o mult; Aiken considera că mașina lui este o variantă modernă a mașinilor primitive de calcul pe care le construisese în Anglia Babbage cu o sută de ani înainte. Babbage apreciasse corect posibilitățile matematice ale mașinilor de calcul, dar nu înțelegea aproape de loc problemele mecanice pe care le suscită ele.

Am fost surprins că Aiken era complet angajat în relee mecanice, relativ lente, ca principal instrument al mașinilor de calcul, neacordând vreo importanță deosebită uriașei creșteri a vitezei pe care ar fi putut-o obține utilizând relee electronice. Acest punct de vedere mărginit a fost acum părăsit și de Aiken, care a devenit unul dintre cei mai activi și mai originali inventatori și proiectanți de mașini electronice de calcul. Dar pe atunci el era stăpînit de o stranie prejudecată morală, potrivit căreia uti-

lizarea releelor mecanice ar fi esențialmente sănătoasă și corectă, pe cînd utilizarea releelor electronice nu ar fi necesară și ar fi incorectă din punct de vedere etic.

Aici vreau să subliniez iarăși slăbiciunea de atitudine îmbinată cu o mare forță de care dau dovadă mulți inventatori talentați în construcția de dispozitive. Este vorba de dorința de a fixa o tehnică sau alta pentru eternitate exact acolo unde i-a dus ingeniozitatea lor, opunînd apoi o profundă rezistență intelectuală și morală, de fapt o adevărată barieră, lucrărilor ulterioare care se abat de la principiile lor. Noi, matematicienii, care nu operăm cu materiale mai scumpe decît hîrtia și eventual cerneala de tipar, ne-am împăcat de mult cu ideea că, dacă activăm într-un domeniu în care e mult de lucru, descoperirile noastre vor începe să devină perimate chiar în momentul în care sînt redactate, dacă nu cumva chiar din momentul cînd sînt concepute. Știm că, după un timp suficient de lung, toate rezultatele noastre vor servi doar ca punct de plecare pentru alții care vor fi avut avantajul de a cunoaște rezultatele noastre finale. Acesta este înțelesul renumitului dicton al lui Newton, care spunea : „Am văzut mai departe decît alții pentru că am stat pe umerii unor giganți“.

Dar posibilitățile comerciale ale aplicării invențiilor fac ca oamenii care lucrează în industrie să nu vadă acest fapt fundamental și să spere că ei vor reuși să oprească progresul exact la nivelul unde au reușit să ajungă. Sistemul de patente și valoarea comercială a ideii unui inventator ca obiect de vînzare tind să împingă pe inventatori în această direcție. Dar acest punct de vedere nu este realist. Ca practician, inventatorul trebuie să aibă destul simț practic ca să înțeleagă că timp de mulți ani contribuția sa principală va fi nu inventarea unui anumit dispozitiv, ci promovarea întregului șuvoi de gîndire și idei referitor la o clasă mai amplă de dispozitive tehnice din trecut, prezent și viitor. El trebuie să acționeze în concordanță cu acest flux de gîndire și să înțeleagă că, după cum el i-a depășit pe cei care au

trăit înaintea lui, tot astfel el și opera lui vor servi în viitor ca un fundament și nu ca un capăt la care trebuie să ajungă în final știința și tehnica.

Dar interesul meu pentru dezvoltarea mașinilor de calcul m-a dus mult dincolo de mașinile din trecut, prezent sau viitor, confecționate din alamă și cupru, sticlă și oțel. Creierul și sistemul nervos posedă și ele caracteristicile principale ale mașinilor de calcul. Fibra nervoasă prezintă analogii cu da-urile și nu-urile unui releu : și ea poate exista numai în două stări fundamentale : starea de transmitere a unui mesaj și starea de netransmitere a unui mesaj. Aceasta este așa-numita lege „totul sau nimic“ a sistemului nervos ; și, deși ea nu poate fi atît de exact adevărată cum ar sugera-o această formulare brutală și rece, este totuși suficient de adevărată pentru a reprezenta un fapt fundamental al transmiterii mesajelor prin fibrele nervoase.

Este adevărat că fibra nervoasă poate transmite mesaje de diferite intensități, dar, în ultimă instanță, sînt posibile numai două rezultate : sau excitația va muri în fibră fără să mai ajungă la capătul ei, sau ea va continua sub forma a ceea ce chimiștii numesc proces autocatalizator și va apărea un impuls care va străbate nervul de la un capăt la celălalt. Atunci cînd impulsul ajunge la capătul fibrei, istoria sa ulterioară este practic independentă de intensitatea inițială a stîmulării, așa încît această intensitate poate fi neglijată cu totul. Așadar, există o anumită analogie între o fibră nervoasă și un circuit electric bistabil, adică un circuit electric avînd două stări de echilibru, și numai două. Această analogie este atît de strînsă, încît cu mult înainte ca mesajul să ajungă la capătul fibrei, întreaga informație transmisă constă în numărul de impulsuri și nu în intensitatea acestor impulsuri.

Nu numai că fibrele nervoase sînt dispozitive comutatoare, dar ele intră ca parte componentă într-un întreg sistem de dispozitive comutatoare. Fibrele nervoase comunică între ele în punctele sau sistemele de joncțiune cunoscute sub numele de sinapse, iar aici apariția unui mesaj nou într-un nerv care iese

din sinapsă depinde de mulțimea exactă a mesajelor de la intrare provenind din diverse fibre. În cazurile cele mai simple, sistemul sinaptic are un prag, ceea ce înseamnă că fibrele care ies din sinapsă se excită dacă într-un anumit interval critic de timp se primesc mesaje de la un număr de fibre mai mare decât un număr fix și nu se excită în caz contrar.

În viața noastră cotidiană sîntem atît de obișnuiți cu fenomene cu feedback, încît adesea uităm că cele mai simple procese au o natură de feedback. Atunci cînd stăm drept, acesta nu se petrece la fel ca la o statuie, deoarece chiar și statuia cea mai stabilă are nevoie de un fel de pedestal, altfel cade. Oamenii însă stau drept deoarece rezistă încontinuu la tendința de a cădea, fie înainte, fie înapoi, și izbutesc să compenseze această tendință printr-o contracție a mușchilor care îi împinge în direcție opusă. Echilibrul corpului uman, ca majoritatea echilibrelor pe care le întîlnim în procesele vitale, nu este static, ci rezultă dintr-o interacțiune continuă a unor procese care se opun într-o formă activă oricărei tendințe de a le năruia. În acest fel, faptul că stăm sau ne plimbăm este un jiu-jitsu continuu împotriva gravitației, după cum viața este o bătălie perpetuă împotriva morții.

Avînd în vedere toate acestea, am fost nevoit să privesc sistemul nervos în mare măsură ca o mașină de calcul ; am comunicat această idee prietenului meu Rosenblueth și altor neurofiziologi. Am reușit să adun la Princeton într-o sesiune neoficială un grup de neurofiziologi, ingineri specialiști în comunicații și în mașini de calcul și am descoperit că fiecare în parte era foarte dornic de a afla ce fac ceilalți și de a utiliza terminologia lor. Rezultatul a fost că foarte curînd am constatat că oamenii ce lucrau în toate aceste domenii au început să vorbească același limbaj, cu un vocabular conținînd termeni luați atît de la inginerul specialist în comunicații, cît și de la specialiștii în servomecanisme, specialiștii în mașini de calcul și neurofiziologi.

De exemplu, cu toții manifestau interes pentru problema stocării informației care urma să fie folosită

ulterior și cu toții au găsit că termenul de *memorie* (așa cum este utilizat de către neurofiziologi și psihologi) este potrivit pentru a desemna întregul fenomen al păstrării informației în aceste domenii diferite. Cu toții au găsit că termenul de *feedback*, care provenea din electronică și a fost însușit de către specialiștii în servomecanisme, este o modalitate adecvată pentru descrierea fenomenelor în organismul viu, tot așa de bine ca în mașină. Cu toții au stabilit că era adecvat să se măsoare informația cu ajutorul numărului de da-uri sau nu-uri și mai devreme sau mai târziu s-a decis ca această unitate de informație să fie denumită *bit*. Eu consider această consfătuire drept locul de naștere al unei științe noi : cibernetica, sau teoria comenzii și comunicațiilor în mașini și organismul viu.

Aveam speranța că această știință nouă se va dezvolta rapid în direcțiile cele mai diferite. Domeniul s-a dezvoltat mult și am participat la progresele sale ulterioare. Dar timpurile nu erau favorabile unei dezvoltări normale a ideilor noi și a trebuit să trec printr-o perioadă în care ceea ce consideram eu ca o contribuție serioasă la știință a fost interpretat de un public numeros ca literatură științifico-fantastică sau goană după senzațional.

Scrierile științifico-fantastice sînt la modă și chiar unii oameni de știință serioși își fac un merit în a scrie în acest gen. Pe cînd eram copil eram pasionat după Jules Verne și H. G. Wells, de la care se trage literatura științifico-fantastică din prezent, dar scrierile de azi sînt infinit mai îndemnatice și mai dăunătoare. Pe de o parte, ele cultivă mituri despre putere și brutalitate care sînt tot atît de nocive ca sîngeroasele istorii cu gangsteri, sau comicsurile atît de puțin comice. Pe de altă parte, ele contribuie la formarea unei generații de tineri care își închipuie că gîndesc în termeni științifici numai fiindcă folosesc limbajul acestei literaturi. Instituțiile noastre de învățămînt care pregătesc oameni de știință și ingineri au dificultăți serioase în încercarea de a educa tineri care cred că au o chemare pentru știință numai fiindcă s-au obișnuit să se joace cu ideile de forță distructivă, cu povești despre alte planete și călătorii cu rachete.

Aceste fantezii dăunătoare sînt în mare măsură un produs al celui de-al doilea război mondial, care a făcut atît de mult pentru demoralizarea unei întregi generații de oameni de știință. Perioada războiului a fost o perioadă în care statutul științei și cel al matematicii s-au schimbat rapid. În primul rînd, în toate sectoarele vieții a dispărut timpul liber. Înainte de război obișnuiam să-i văd la M.I.T. pe studenți jucînd după masa de prînz o partidă sau două de bridge într-una din încăperile de odihnă din corpul Walker Memorial. Adesea participam și eu la aceste partide.

Nu consideram aceasta ca o pierdere de timp nici pentru mine, nici pentru studenți, căci între partide aveau posibilitatea de a sta de vorbă pe teme foarte variate. Aceste discuții puteau să fie simple flecăreli, dar uneori prilejuiau un adevărat joc de idei. O dată cu războiul, cu toții am devenit de o seriozitate teribilă și orice șansă de joc intelectual s-a restrîns. Chiar și acum, cu greu găsești un tînăr care să aibă curajul de a-și întrerupe munca suficient timp pentru a se gîndi la ceea ce reprezintă această muncă. Orele petrecute cu lectura cărților în care se imaginează aventuri din spațiul cosmic nu pot înlocui o bună șuetă studentască.

Înainte de război și îndeosebi în timpul depresiunii nu era ușor să ajungi la o poziție în știință. Pretențiile în vederea unei asemenea poziții deveniseră extrem de mari. În timpul războiului, situația s-a schimbat în două privințe. În primul rînd, nu existau destui oameni pentru a realiza proiectele științifice pe care le implica războiul. În al doilea rînd, pentru ca, în general, aceste proiecte să fie realizate, a devenit necesar să se organizeze munca astfel încît să se facă apel la oricine avea un minimum de pregătire, aptitudini și devotament.

Rezultatul a fost că tineri care ar fi trebuit să se pregătească un timp îndelungat pentru cariera lor trăiau fără grijă de la o zi la alta, încredințați fiind că conjunctura existentă pentru oamenii de știință va continua mereu. Asemenea oameni nu erau în stare să accepte disciplina sau munca asiduă și li se părea că orice aptitudine intelectuală de care dădeau

dovadă este deja prin acest fapt însuși pe deplin realizată. Deoarece cei mai în vîrstă se sufocau din cauza lipsei de asistenți și de mînă de lucru, acești tineri aveau posibilitatea să-și caute patroni care să le ceară cît mai puțin și să le ofere cît mai mult în materie de satisfacții materiale și măguliri.

Aceasta a fost una dintre manifestările decăderii generale a moravurilor în știință, care continuă și în prezent. În majoritatea epocilor anterioare, personalul științific era triat de austeritatea muncii și zgîrcenia rezultatelor. În poezia „*Fermierul de la nord, stil nou*” a lui Tennyson există următorul pasaj: „Nu te căsători pentru bani, dar du-te acolo unde sînt bani!”

Astfel, un om ambițios, cu ușoare tendințe antisociale sau, ca să folosim un limbaj mai puțin dur, căruia nu-i păsa că trăiește din banii altora, în trecut fugea de cariera științifică ca de ciumă. De la război încoace, asemenea aventurieri, care înainte ar fi devenit misiți la bursă sau talentați agenți ai unor societăți, de asigurări, au invadat știința.

A trebuit să renunțăm la unele imagini învechite. Știam cu toții că omul de știință își are hibe sale. Unii erau pedanți, alții erau băutori, pe unii îi stăpînea o ambiție nemăsurată, dar în condiții normale nu ne așteptam să întâlnim în mediul nostru minciנוși sau intriganți.

Cînd am început să ies din viața mea izolată pentru a mă cufunda în vîltoarea vieții științifice din timpul războiului, mi-am dat seama că printre cei în care aveam încredere existau unii care nu o meritau deloc. Am fost puternic decepționat în repetate rînduri și aceasta m-a durut.

Consfătuirea pentru problemele teoriei comunicației a avut loc curînd după Pearl Harbor. Cititorul va fi poate surprins că, vorbind despre munca din timpul războiului, nu am amintit de Pearl Harbor și de intrarea Americii în război. Fapt este că toți eram de mult convinși că războiul va cuprinde America într-o formă sau alta, astfel încît începerea efectivă a ostilităților n-a schimbat nimic în activitatea mea pe linia mijloacelor de apărare.

În toamna anului 1941, încordarea în urma înfrîngerilor succesive suferite de aliați în Peninsula Scandinavă, Olanda și Franța, tensiunea datorată bătăliei pentru Marea Britanie și situației echivoce din Africa de Nord crescuseră în așa măsură, încît se părea că mai mult nu se poate îndura. Și totuși, situația s-a complicat datorită sentimentului aproape general că Japonia pregătește ceva. Deși nimeni dintre noi nu se aștepta la ceea ce s-a petrecut la Pearl Harbor, nu cred că am fost convinși că o dictatură militară ca cea japoneză se va comporta după toate regulile războiului și diplomației, în special atunci cînd aceste reguli ne-ar fi în mod evident avantajoase. De aceea, pentru mine cel puțin, Pearl Harbor a fost mai curînd o rușine și o umilință decît o surpriză.

Pearl Harbor și intrarea noastră în cel de-al doilea război mondial în ambele emisfere au avut asupra mea anumite efecte directe. Este adevărat că nu putea să ducă la o creștere a participării mele la cercetarea militară, întrucît eu eram în întregime ocupat în această direcție și aceasta de peste un an. Dar războiul a făcut inactuale proiectele pe care Manuel Sandoval Vallarta și cu mine le făcusem de a pleca în America de Sud cu o misiune internațională de bunăvoință, fondurile provenind în primul rînd de la Departamentul de Stat (respectiv, în cazul său, de la guvernul mexican).

Eram foarte preocupat ce avea să se aleagă de bunii mei prieteni, soții Lee. Tocmai reușisem să le asigurăm plecarea pe un vas de linie care pornea din Hongkong. Evenimentele de la Pearl Harbor au împiedicat vasul să pornească la drum sau, cel puțin, să pornească avîndu-i la bord pe prietenii noștri. Astfel, Lee, care de cinci ani nu se putea ocupa de profesiunea sa din pricina războiului chino-japonez, a fost condamnat să aștepte alți cinci ani, pînă ce, după ziua victoriei asupra Japoniei, am reușit să-l aducem în Statele Unite. În tot acest timp, postul pentru care noi îl propusesem la M.I.T. la secția de electrotehnică a rămas blocat sau, cel puțin, parțial blocat, astfel încît, cînd a reușit în sfîrșit să sosească, el a putut să capete de îndată postul de asistent. Acesta a fost apoi

urmat de un post de profesor asistent și profesor asociat.

Situația unui profesionist care, asemenea lui Rip Van Winkle¹, a dormit un deceniu și, trezindu-se, găsește o lume schimbată, este foarte dificilă. La prima vedere s-ar părea că el trebuie să petreacă un an sau doi studiind diversele schimbări care au avut loc între timp. Aceasta trebuie făcut într-o măsură sau alta, dar nu reprezintă o cale întru totul adecvată pentru abordarea situației. Necesitatea de a asimila o cantitate mare de material nou poate să-i producă celui care îl studiază o indigestie intelectuală. El trebuie să intre în competiție cu cei din generația mai tânără, care au studiat domeniul pe o cale mai ușoară, pe măsura dezvoltării lui și sînt acum familiarizați cu el. Rip Van Winkle al nostru nu poate spera să intre în competiție cu ei.

Ceea ce i-a ușurat lui Lee situația a fost faptul că cu dezvoltasem recent în cartea denumită „volumul galben” o parte considerabilă a teoriei statistice a comunicațiilor. I-am atras atenția lui Lee că singura cale de a evita să fie complet scos din joc era s-o ia în mod deliberat înainte, putînd astfel să-și asigure un avantaj de cîțiva ani înainte ca ceilalți să-l ajungă din urmă. Lee a înțeles ce voiam să spun.

Situația era mult ușurată de faptul că timp de ani de zile ne obișnuisem în așa măsură să lucrăm împreună, încît procesele mele de gîndire și felul de a scrie îi erau foarte familiare. Și astfel, el și-a asumat sarcina de a prelucra în amănunt consecințele pentru comunicații și tehnică ale ideilor pe care eu doar le schițasem în termeni generali, devenind astfel interpretul pe lîngă cercurile de ingineri al domeniului pe care mai tîrziu urma să-l numesc cibernetică.

Lee s-a afundat cu totul în acest program și timp de cîțiva ani a fost ocupat să-l realizeze, ajungînd la un succes deplin. Acum el scrie o carte de teoria

¹ Personaj dintr-o nuvelă a scriitorul american Washington Irving (1783—1859). Rip Van Winkle revine în satul său după ce a dormit 25 de ani. — *Nota trad.*

comunicațiilor din noul punct de vedere și în această carte manifestă o mare răbdare, minuțiozitate și înțelegere pentru cititor. Pentru mine, care sînt atît de strîns legat de începuturile acestei materii, o asemenea tratare detașată ar fi fost imposibilă.

Lee a înfățișat noile idei unui număr destul de mare de laboratoare guvernamentale și particulare. El a învățat o întreagă generație de tineri ingineri electricieni să aplice punctul de vedere statistic și să abordeze din punctul meu de vedere problemele de comunicație. De asemenea, el a organizat întîlniri de vară care au avut un mare succes, astfel încît un număr de ingineri care lucrau în industria de comunicații au avut posibilitatea de a veni la M.I.T. pentru un curs de înprospătare pe baza ideilor cibernetice.

În acest fel, dificultățile izolării de 10 ani au fost depășite cu succes. Avansul pe care l-a luat Lee în domeniul metodelor noi i-a dat timp suficient pentru a se pune repede la curent cu ceea ce s-a întîmplat între anii 1936 și 1946 și — aceasta a fost principala — lucrarea la care s-a angajat l-a introdus în probleme specifice care i-au putut servi ca piatră de încercare pentru a verifica în ce măsură a înțeles și s-a familiarizat cu cercetările din perioada inactivității sale. Cu alte cuvinte, am văzut roadele politicii pe care noi doi am început s-o adoptăm din momentul în care soții Lee au sosit la Gara de Sud a Bostonului îndată după război.

Întoarcerea lui Lee la M.I.T. m-a ajutat să-mi continui cercetările în domeniul servomecanismelor și al întregii sfere de probleme pe care mai tîrziu am denumit-o cibernetică. După cum am spus, Lee însuși este acum pe cale de a termina o carte în această materie. Însă tot ce am fi putut face noi doi sau ceea ce ar fi putut face alte o sută de persoane n-ar fi suficient pentru a acoperi mai mult decît o mică parte din literatura referitoare la servomecanisme și la uzine automate, a cărei apariție a fost determinată de primele noastre lucrări. Uzina automată are șanse mari să devină mai curînd normă decît excepție chiar în cursul vieții celor care acum sînt studenți. Ea dă naștere unui tip nou de specialiști, apți nu numai să

proiecteze aceste întreprinderi, dar și să rezolve cu ajutorul lor probleme de cele mai variate genuri. Tehnica modernă a proiectării uzinelor automate depășește mult ambițiile unui teoretician ca mine. După cum voi arăta într-un capitol ulterior, am considerat misiunea primordială care-mi revine nu este atât e a dezvolta mai departe uzina automată, cât să explicatura și consecințele ei, astfel încât să previn atât e muncitori cât și cercurile conducătoare ale întreprinderilor asupra nevoii de a considera aceste consecințe în mod inteligent.

MEXIC. 1944

Pe măsură ce războiul înainta, lucrările începute de oamenii de știință pură, ca mine, treceau la proiectanți, așa că eu am rămas liber. Prin ianuarie 1944 am aflat de la Vallarta că în primăvara următoare va avea loc la Guadalajara întrunirea Societății mexicane de matematică și că organizatorii ei ar fi bucuroși dacă oamenii de știință din Statele Unite ar participa la întâlnire în număr mare și, în special, i-ar bucura prezența mea.

Aproape de îndată ce am trecut frontiera, am fost încântat de căsuțele din chirpici văruiate în roz cu albastru, de minunatul aer rarefiat al deșertului, de plantele și florile necunoscute mie și de indiciile unui alt mod de viață, mai bogat în plăceri decât cel în care sîntem obișnuiți noi, inhibații nord-americieni. Clima răcoroasă de pe înălțimile din Mexico City, culorile vii ale florilor de palisandru și ale bougainville-lor, arhitectura mediteraneană. — totul mă pregătea pentru ceva nou și tulburător. M-am întors de multe ori în Mexic, dar primele impresii nu au fost dezmințite niciodată. Tristă ar fi pentru mine ziua în care aș avea sentimentul că nu mai am vreo șansă de a reînnoi contactele cu această țară și de a participa la viața ei.

Soții Rosenblueth au venit să mă întâmpine cînd am sosit și au avut grijă să mi se dea o cameră la căminul internilor de la Institutul național de cardiolo-

gie. Îndată ce am început să mă aclimatizez și an: scăpat de oboseala teribilă provocată de marea altitudine, Arturo și cu mine am început să lucrăm împreună, studiind tremurul muscular cunoscut sub numele de *clonus*, vibrația spasmodică pe care o au multe persoane atunci cînd șed picior peste picior, cu un genunchi sub altul. Părea a fi un prilej foarte bun de a studia feedback-ul în sistemul neuromuscular.

Mi-am început călătoria cu foarte puține noțiuni de spaniolă, neavînd alte cunoștințe decît o cunoaștere generală a limbii latine și a limbilor romanice și două sau trei lecții de spaniolă pe care mi le-a dat un student mexican de la M.I.T.

Adusesem cu mine o gramatică spaniolă și am încercat să fac din spaniola mea foarte nepotrivită un mijloc de comunicare cu colegii de la cămin, dintre care majoritatea vorbeau o engleză destul de acceptabilă. Obişnuiam să mănînc împreună cu internii în sala oficială de mese a doctorilor și mi-am dat seama că treptat mi se dezvoltă gustul pentru sosul iute cu piper, care părea să fie un însoțitor invariabil al tuturor mîncărurilor. Ei erau foarte prietenoși cu mine și în același timp foarte curtenitori, deoarece atît limba spaniolă cît și tradiția mexicană permit o imbinare destul de strînsă a politeței cu familiaritatea. Titlul pe care-l foloseau vorbindu-mi era de *maestro*, așa cum se vorbește atît unui profesor, cît și unui meseriaș, cum ar fi un dulgher sau un zidar. Adresat unui profesor, acest titlu este mai familiar, dar și mai respectuos decît cel de *señor*.

Am jucat multe partide de șah cu tinerii doctori și cîteodată cu Arturo, deși cred că prefera să joace cu mine jocul de dame chinezesc, căci mereu mă provoca la cîte o partidă atunci cînd mă duceam la el în vizită. Obişnuiam să mă plimb în orașul de sus și să fac cumpărături. Pentru aceasta a trebuit să aștept pînă ce tensiunea mea arterială s-a ridicat suficient, depășind anemia funcțională de care suferă toți vizitatorii noi ai Mexico City-ului.

În timpul acestei vizite am aflat multe amănunte noi pentru mine despre Arturo. El nu-și începuse

cariera ca om de știință, ci ca muzicant, câștigându-și un timp existența cu muzică clasică executată la pian într-un restaurant din Mexico City. Arturo era, totodată, un jucător de șah de mîna întîi și un excelent jucător de bridge, astfel încît nu voia să joace cu mine nici unul din aceste jocuri. El adora clima și arta țării sale natale. În această privință nu-l puteam contrazice, deși cred că adesea el avea tendința să subaprecieze regiunea rurală din Noua Anglie și, în general, viața la țară, pe care o opunea celei de la oraș.

După Mexic, țara de care vorbea cu cea mai mare admirație era Franța, în care-și făcuse în cea mai mare parte studiile de medicină. Ar fi avut multe lucruri plăcute de spus și despre Noua Anglie dacă ar fi vorbit cu cineva care nu era originar din Noua Anglie, dar era un zeflemist și-i plăcea să tachineze pe alții.

Era foarte muncitor și pretindea un total devotament și hărnicie colaboratorilor săi, cerințe care nu erau depășite decît de pretențiile sale față de sine însuși. După cum am putut constata, el își punea prea multe speranțe în fiecare cercetare de care se ocupa, astfel încît, dacă rezultatele erau altele decît cele așteptate, el se necăjea peste măsură și depunea un efort excesiv încercînd să salveze ceea ce se dovedise a nu putea fi salvat.

Cercetările noastre cu privire la clonus progresau într-un ritm care era satisfăcător pentru mine, dar nu pentru pretențiile riguroase ale lui Arturo față de cercetarea experimentală. Studiul nu a fost publicat niciodată, deși eu unul cred că multe din ideile sale au ajuns să fie acceptate de toată lumea.

În afară de cercetările noastre asupra convulsiilor clonice, am mai întreprins o cercetare asupra inimii în calitate de conductor al unor contracții ritmice. Mai tîrziu, această lucrare a fost adusă la un grad mai mare de desăvîrșire de către un alt colaborator al lui Arturo.

De îndată ce aveam timp liber, mă duceam să mă întîlnesc cu soții Vallarta și cu matematicienii de la universitate. Manuel și soția lui, Maria Luisa, mi-au

făcut o caldă primire la Mexico. Ei locuiau într-o casă mare de pe Avenida Insurgentes aparținând părinților Mariei Luisa, soții Margain ; locuiau acolo împreună cu un mare număr de frați, cumnate, nepoate și nepoți. Tatăl Mariei Luisa, care murise recent, fusese doctor, iar fii săi erau doctori, arhitecți și avocați.

Ca și alți mexicani din cercul lor de cunoștințe, prietenii mei Manuel și Maria Luisa povesteau cu mândrie despre strămoșii lor care trăiau pe vremea lui Maximilian. Un frate al unui bunic al Mariei Luisa, locotenentul Margain, comandase la Querétaro detașamentul care l-a executat pe Maximilian și pe cei doi generali ai săi, Mejía și Montemar. Pe de altă parte, o soră a unei bunice a Mariei Luisa fusese doamnă de onoare a Charlottei. Un strămoș al lui Manuel fusese guvernatorul unei provincii și principalul susținător politic al adversarului și învingătorului lui Maximilian, președintele indian Benito Juárez. Astfel, vizita mea în Mexic m-a cufundat de îndată în fascinanta și violenta istorie a țării.

Un alt om de știință mexican prieten de-al meu era Nápoles Gándara, profesor de matematică la Universitatea din Mexico, care m-a invitat să țin prelegeri acolo. El vizitase M.I.T., unde studiasse cu Dirk Struik. Meritul său principal nu era atât cercetarea originală, cât felul în care s-a luptat, timp de mulți ani, pentru matematică și pentru pregătirea de matematicieni. Era în mare măsură — sau poate în întregime — de origine indiană și poseda pe deplin acea voință sobră și unicitate a țelului care provenea de la strămoșii săi indieni.

În Mexic, elementul indian și elementul spaniol se deosebesc în multe privințe. Elanul romantic, pe care noi îl asociem cu Sudul, este mai curînd spaniol decît indian. Pe de altă parte, indianul este neîntrecut în ceea ce privește constanța, loialitatea și conștiinciozitatea. În felul acesta, fiecare dintre cele două rase posedă calități de care țara are nevoie. Este un lucru minunat că indienii stau pe picioarele lor și participă la dezvoltarea unei noi clase mijlocii, care se sprijină pe trepidul spaniol, indian și străin.

Prietenii mei mexicani proveneau din toate cele trei elemente ale societății și era tulburător să vezi cum această nouă clasă mijlocie de origini atât de diferite constituie un corp în cadrul căruia domnește cordialitatea, prietenia și buna organizare.

Prietenul meu Erro, astronomul, m-a dus să fac cunoștință cu Torres Bodet, ministrul învățămîntului, care a făcut atât de multe pentru instruirea analfabeților. Mă gîndeam că într-o țară latină, cînd conducătorul unui observator astronomic național îl prezintă pe un om de știință străin ministrului învățămîntului, e o chestiune de redingotă, pantaloni reiați și mari formalități. De fapt însă, Erro a apărut în pantaloni de călărie și un pulover alb-albastru. Mexicanii au realizat o îmbinare fermecătoare a formalismului spaniol și latino-american cu felul de a se purta liber și firesc din Statele Unite.

În Mexico City am întîlnit un mare număr de medici, precum și matematicieni, fizicieni și astronomi. Peste tot am constatat o viață intelectuală nouă și activă. Mexicanii sînt pe deplin conștienți de distanța pe care trebuie s-o parcurgă pentru a ajunge la nivelul țărilor cu reputație științifică stabilită, dar sînt hotărîți să compenseze apariția lor mai întîrziată în istoria științei, iar nivelul lucrărilor crește an de an. Pîna una-alta, prietenia, căldura și devotamentul științific al acestor prieteni ai mei au un asemenea farmec, încît Mexicul nu va fi niciodată pentru mine o țară cu adevărat străină.

Dintre prietenii mei medici aș vrea să amintesc îndeosebi de doctorul García Ramos, căci personalitatea sa este un exemplu viu al noului Mexic. El s-a născut la Querétaro din părinți de condiție foarte modestă și în vinele lui curge sîngele tribului indian Otomi. A intrat în armată ca băiețandru. În fiecare etapă în care examenele sau capacitatea pot contribui la cariera unui om, el s-a manifestat în primele rînduri. A fost trimis la școala medicală a armatei, pe care a absolvit-o cu o mare distincție. Arturo l-a luat la el ca asistent.

În prezent, García Ramos este un binecunoscut fiziolog, care a studiat și în Statele Unite cu o bursă

Guggenheim. Atunci cînd **l-am** cunoscut pentru prima oară, era maior ; în prezent este colonel plin. S-a retras din serviciul militar activ și acum conduce laboratorul de nutriție din Mexico City. Nu există viitor pentru un general care nu pune armata mai presus de orice, iar García Ramos este infinit mai interesat de cercetările medicale decît de armată. De aceea armata nu mai avea ce să-i ofere.

Printre matematicienii mexicani, defunctul profesor G. D. Birkhoff de la Harvard se bucura de o mare influență. Cu cîțiva ani înainte, el dezvoltase o explicație proprie a unor fenomene care ocupă o poziție-cheie în teoria relativității generalizate a lui Einstein. Teoria lui Birkhoff, care de fapt nu este relativistă, urmărește să explice încovoierea razelor de lumină în urma atracției solare, unele anomalii ale orbitei lui Mercur și deplasarea spre roșu a spectrului razelor de lumină care provin din colțurile îndepărtate ale universului. Pe timpul cînd Birkhoff lucra la teoria lui, mai mulți mexicani care studiau la Cambridge au avut contacte cu el. Acum ei transmiteau studenților lor influența lui Birkhoff. Noua materie a devenit un subiect favorit al tinerei școli mexicane de matematică și articole peste articole s-au scris cu privire la lucrarea lui Birkhoff. După ce el a decedat, în 1942, mexicanii au continuat să dezvolte opera lui ca un tribut al pietății.

Aș putea să înșir aici un prieten după altul fără a avea vreo șansă de a trece în revistă mai mult decît o mică parte dintre ei, dar există o persoană pe care trebuie să o menționez îndeosebi : este portarul nostru, Olvera, un peon înalt și tare slab, care posedă cultura instinctivă ce se găsește atît de frecvent în acele straturi ale societății mexicane în care precum-pănește analfabetismul. Prin cultură înțeleg aici, în primul rînd, mîndria de a vorbi o spaniolă corectă și elegantă. Desigur, Olvera nu este un analfabet. El a folosit pe deplin situația sa de salariat al unei instituții de învățămînt pentru a-și extinde cultura în multiple direcții. În special, împreună cu mai mulți tineri doctori și stenografi, a urmat un curs de en-

gleză condus de doamna Rosenblueth. A fost unul dintre elevii ei cei mai buni. Acum este în stare să vorbească o engleză care are aceleași calități alese ca și spaniola sa ; se spune că odată, observînd în laborator doi tineri americani care o luaseră razna, el li s-a adresat astfel : „Gentlemen, această conduită nu este demnă de un reprezentant al științei internaționale“. Felul în care Olvera își alege cuvintele, atît în spaniolă cît și în engleză, este atît de distinct, încît atunci cînd Arturo și cu mine aveam probleme de exprimare în articolele pe care le scriam, ne întrebam : „Cum ar exprima Olvera aceste lucruri?“

Olvera era atît de devotat laboratorului și lui Arturo, încît uneori devotamentul său devenea apăsător. Ca orice om viguros, Arturo prefera, firește, să se ducă singur la frizerie sau la lustragerie ; dar nu, Olvera nu-i permitea aceasta. Bărbierul și lustragiul trebuiau să vină ei în biroul lui ori de cîte ori Olvera hotăra că înfățișarea patronului necesită un retuș ; și atunci, Arturo se așeza jenat, închizînd ușa, pentru a-și ascunde umilirea.

O deosebită mîndrie a minunatei clădiri moderne a institutului o constituie cele două picturi murale ale lui Diego Rivera, înfățișînd scene din istoria medicinei cordului. În afară de strălucirea personală a lui Rivera, aceste picturi dovedesc un studiu serios, precum și o erudiție profundă. Piese de aparatură medicală care apar aici sînt toate desenate corect. Indiferent dacă corespund sau nu aparatelor adoptate în prezent, ele ar putea fi toate folosite. Pentru a realiza acest lucru, Arturo și Rivera s-au consultat de multe ori.

Dar meritul artistic al acestor picturi depășește mult detaliile tehnice. Una dintre ele, care se referă la începuturile cardiologiei, este într-un ton roșu, amintind de rugul pe care a fost ars Servet. Trebuie amintit că Servet a fost nu numai ereticul prigonit de Jean Calvin, dar și unul dintre descoperitorii circulației sanguine. Evident, un om ca Rivera a fost bucuros să prezinte arderea ereticilor ca o vină a protestanților la fel ca a catolicilor.

Cealaltă pictură este în mare măsură scăldată de albastrul care emană dintr-un tub Roentgen și din alte aparate electrice ale cardiologului modern. În ambele sînt redată nu numai trăsăturile individuale ale celor care au contribuit la dezvoltarea științei, dar și tipurile lor naționale. Multe fețe ale indivizilor și multe grupuri sînt redată cu o mare înțelegere și emoție; există în special un detaliu splendid care-l arată pe tuberculosul Laënnec ascultînd cu stetoscopul un cardiac muribund. Se vede acolo figura doctorului bolnav care reflectă ca o oglindă fiecare trăsătură a faciesului hipocratic al pacientului.

Apoi sosi timpul să mă duc la întrunirea matematicienilor de la Guadalajara. Nu aș putea spune că la acest colocviu matematicienii ar fi venit cu realizări teribil de noi sau foarte tulburătoare, dar el reprezenta o încercare autentică de a lucra la un nivel înalt, făcută de o țară care era nou venită în domeniul matematicii. Întîlnirea ca atare și orașul în care ea avea loc erau la fel de fermecătoare.

La întrunire a participat un număr destul de mare de americani, atît invitați cît și autoinvitați. Printre oaspeții invitați se afla și profesorul Murnaghan de la Universitatea John Hopkins, care întîmpinase dificultatea obișnuită de a se adapta la mîncărurile țării. Într-o dimineață, soții Rosenblueth au coborît devreme și Rosenblueth spuse în engleză, fără a se adresa cuiva în particular: „Mă simt bine, punct!” Am răspuns: „Murnaghan se simte lamentabil, puncte, puncte!”

Am făcut mai multe excursii în Guadalajara și împrejurimi. O plăcere deosebită mi-au produs picturile autentice și virile ale lui Orozco.

În palatul guvernatorului se afla un tablou de proporții al lui reprezentînd războiul dintre fascism și comunism într-un mod simbolic, puternic, dar brutal. Totuși, cel mai interesant grupaj de picturi ale sale se afla la Hospicio. Acesta era un orfelinat public care părea mult mai uman și de departe mai puțin instituțional decît majoritatea internatelor. Copiii nu purtau uniformă, ci aveau haine obișnuite și se ju-

cau cu numeroase jucării în curtea umbroasă și plină cu copaci. Aveau două orchestre școlare, una alcătuită din copiii mai mari și alta din cei mai mici, iar dirijorul, profesorul de muzică care a obținut rezultate remarcabile la un nivel autentic profesional, era un domn indian mai în vîrstă cu acea față impasibilă pe care o cunoșteam din portretele lui Juárez.

Capela acestei instituții fusese decorată de Orozco și, deși picturile nu erau cele obișnuite în tradiția creștină, totuși, ele erau desigur picturi religioase, în cea mai mare parte reprezentînd un nou Apocalips. Aveau ceva din uniformitatea roșului și albastrului lui El Greco. Însă partea lor cea mai tare nu erau culorile, ci desenul foarte modern. Una dintre ele înfățișa roata dărîmînd zidurile orașului aztecilor. Morala era că civilizația occidentală a roții, pe care aztecii nu au cunoscut-o niciodată, a nimicit cultura indigenă. Alte panouri reprezentau tema cuceririi și înfățișau soldații spanioli cu spadele lor și călugării spanioli în rasele lor. Acoperind naosul mării biserici, clădită de sute de ani, aceste picturi introduc un spirit de frumusețe și putere severă; și totuși, cu toată implacabilitatea lor, se simte că ele constituie un fundal potrivit pe baza căruia copiii să-și poată dezvolta simțul pentru noblețea artei.

Noi, participanții la colocviu, am asistat la o serbare dansantă organizată de profesorii de la Guadalajara, atît bărbați cît și femei. Nu aveau nimic didactic sau școlăresc în ei. Reprezentația respira o vervă și o sinceritate care ne-au stîrnit cea mai mare admirație.

Cînd am revenit în Statele Unite, am constatat că preocuparea pentru lucrări ca cele elaborate de Arturo împreună cu mine, adică ținînd de aplicarea tehnicilor matematice moderne la studiul sistemului nervos, considerat ca o problemă de comunicație, trezise un mare interes. Un coleg de al meu a convins Fundația Macy din New York să organizeze cîteva simpozioane pe această temă. Șirul de simpozioane a durat cîteva ani. Au participat psihiatri, sociologi, antropologi și alții asemenea lor, alături de neurofiziologi, mate-

maticieni, experți în comunicație și proiectanți de mașini de calcul, căutînd cu toții să vadă dacă nu pot găsi o bază comună de gîndire.

Discuțiile erau interesante și, de fapt, am învățat cu toții să vorbim mai mult sau mai puțin în limbajul celuilalt; dar, în ceea ce privește o înțelegere completă, obstacolele erau mari. Aceste dificultăți semantice rezidau în faptul că, în general, nu există vreun limbaj care să poată oferi un substitut pentru exactitatea matematicii, iar o mare parte a vocabularului științelor sociale este — și trebuie să fie — destinată exprimării unor lucruri pe care nu știm încă cum să le formulăm în termeni matematici.

Într-adevăr, atunci am văzut, ceea ce am mai constatat și în multe alte ocazii, că una dintre îndatoririle principale ale matematicianului în calitate sa de consilier al oamenilor de știință care lucrează în domenii mai puțin precise constă în a-i descuraja să aștepte prea mult din partea matematicii. Aceștia trebuie să învețe că nu e nici o virtute științifică (ci de fapt este un mare viciu intelectual) să utilizezi trei cifre zecimale atunci cînd precizia de care dispunem se oprește la o singură cifră. Astfel, deși eram cît se poate de convins că aceleași modalități de gîndire caracterizează problemele de comunicații, indiferent dacă ele sînt de ordin social, fiziologic sau mecanic, totuși mai curînd matematicienii decît fiziologii și sociologii ar trebui să toarne apă rece asupra supra-estimărilor posibilităților concrete ale matematicii în aceste domenii.

Arturo a participat la mai multe din primele simpozioane organizate de fundația Macy. Noi doream să continuăm a lucra împreună în aceeași atmosferă de intimitate cu care pornisem și de a asigura pentru această muncă viitoare un sprijin financiar care să ne permită să o continuăm împreună un număr de ani. Am reușit să interesăm în proiect atît M.I.T., cît și Institutul național de cardiologie și să asigurăm fonduri din partea fundației Rockefeller din New York. Aici îl aveam pe Warren Weaver, care, părăsindu-și acum îndatoririle de război, revenise la lu-

crările sale normale și privea cu mult entuziasm și optimism posibilitățile cercetărilor mele asupra predicției. El reprezenta grupul științelor naturale de la Fundația Rockefeller. Dr. Robert Morison, care reprezenta grupul științelor biologice, manifesta și el mult interes pentru propunerea noastră. El era un bun prieten al lui Arturo, iar la școala medicală din Harvard obișnuia să ia masa cu noi. Am primit din partea lui Morison și Weaver încurajarea de a continua lucrul.

M.I.T., Institutul și Fundația Rockefeller au luat împreună decizia ca, timp de cinci ani, să-mi petrec șase luni pe an în Mexic și pe de altă parte Arturo să-și petreacă o parte din timp la M.I.T.. Cu unele modificări, noi am aderat la acest program, iar acum din programul inițial a mai rămas ca Arturo să petreacă o jumătate de an la Boston.

În afară de lucrările cu privire la cord în calitate de conductor și la convulsiile clonice, Arturo și cu mine am mai încercat împreună să rezolvăm unele probleme de biologie; altele le-am abordat separat. Toate acestea în cea mai mare parte a lor nu au fost dezvoltate pînă la un rezultat definitiv, dar prezintă și acum trăsături interesante pentru lucrări ulterioare.

O lucrare pe care am făcut-o cu Rosenblueth se referă la încercarea de a formula și de a rezolva ecuațiile diferențiale care caracterizează scurgerca impulsului de-a lungul unui nerv, calculînd în acest fel distribuția tranzitorie a electricității care intervine pe măsura înaintării impulsului. Aceasta este așa-numita teorie a *nerve spike*-ului. Această bruscă urcare și bruscă scădere a potențialului atunci cînd impulsul străbate un nerv mi se părea a fi constituită din cel puțin trei fenomene separate și consecutive.

O altă cercetare pe care am întreprins-o împreună se referă la teoria statistică a propagării impulsurilor printr-o sinapsă, adică prin punctul unde fibrele nervoase aferente se unesc cu fibrele care transmit mai departe excitația în sistemul nervos. Aceasta am făcut-o în cursul unei șederi a dr. Rosenblueth la Cambridge.

Alte două cercetări care încă nu sînt finalizate, dar care mi se par a fi promițătoare le-am întreprins în colaborare cu cei de la laboratorul de electronică de la M.I.T., în special cu dr. Jerome Wiesner. Una din ele, unde ideea conducătoare îi aparține lui Wiesner, se referă la încercarea de a analiza sunetele cu ajutorul unor aparate, astfel încît schema sunetelor să poată fi transmisă pielii ca un șir de presiuni sau vibrații locale. Am înregistrat unele succese în această privință, dar nu am ajuns la o concluzie definitivă referitor la cea mai bună cale pentru ca aparatul nostru să reprezinte pentru surzi o alternativă față de înregistrarea sunetului prin pipăit.

Aceasta reprezintă o fază din interesul meu general pentru teoria protezelor. Am considerat că se pot face multe în domeniul organelor artificiale dacă se ține seama că amputatul este lovit tot atît de mult senzorial, cît și motor și că pierderea de informație în raport cu persoanele normale îl aduce pe amputat la o condiție comparabilă nu atît cu paralizia, cît cu ataxia. Ataxia, care este o pierdere a simțului de orientare, nu-l împiedică pe om să se miște, dar îl împiedică să se miște într-un mod direcționat, întrucît este lipsit de controlul conștient al mișcărilor sale.

Strîns legată de această concepție este ideea unui plămîn de oțel mai adecvat pentru paralytic. Plămînul de oțel existent a salvat multe vieți, dar el tinde să-l facă pe pacient dependent de un proces rigid de respirație pe care nu-l poate comanda și îl face să se dezvețe de procesul normal de respirație. Mie mi se pare că există o posibilitate reală de a prelua semnalele electrice ale acelor mușchi respiratori care nu sînt întru totul atrofiați și de a amplifica mișcărilor lor astfel încît pacientul să poată avea satisfacția de a-și comanda plămînul de oțel și de a-și exercita respirația cu ceea ce i-a rămas din mușchii săi respiratori. Această lucrare așteaptă organizarea unui grup de fiziologi, fizicieni și ingineri pentru realizarea cercetărilor necesare.

Din toate lucrurile pe care le-am realizat în fiziologie, ceea ce mi se pare cel mai important este apli-

care la stadiul undelor bioelectrice cerebrale a teoriei statistice cunoscute ca teoria seriilor temporale.

Munca mea din timpul războiului asupra filtrării și predicției seriilor temporale a reprezentat o extindere a lucrărilor mele anterioare asupra analizei armonice generalizate și a mișcării browniene ca instrumente de studiu al fenomenelor neregulate distribuite în timp. Vreme de câțiva ani aveam intenția să utilizez aceste instrumente oriunde părea posibil. De la bun început, pornind la studiul undelor cerebrale, chiar înainte de orice contact cu electroencefalografii de la seminarul condus de Arturo la Școala medicală de la Harvard, am simțit că acest domeniu este unul în care aş putea realiza ceva ; și n-am încetat niciodată să-i inoportunez pe colegii mei neurofiziologi, cerându-le să privească cu un ochi binevoitor aceste metode și, pe măsura posibilului, să le verifice cu unele date experimentale.

În prima perioadă a cercetării undelor cerebrale se credea că curenții care pulsează în creier și pot fi observați prin cutia craniană ar pune într-o nouă lumină fiziologia creierului și fenomenele mentale înrudite. De fapt, datorită studierii undelor cerebrale s-au făcut multe pentru tratamentul epilepsiei, însă marile speranțe din anii '30 nu au fost încă realizate. Motivul este că undele cerebrale, așa cum le vedem, sînt, la origine, un amestec de fenomene foarte variate, ca acelea pe care le-am putea întîlni de exemplu cînd observăm curenții electrici vagabonzi din apropierea unei mașini de calcul sau a unei mașini de comandă. Ele au un limbaj al lor, dar acest limbaj nu este ceva care s-ar putea înțelege exact cu ochiul liber, privind pur și simplu semnele de cerneală ale electroencefalografului. Aceste semne de cerneală conțin multe informații, dar o informație asemănătoare cu informația conținută în scrierea egipteană pe care pur și simplu o contemplam înainte de a fi fost cunoscută piatra de la Rosette, care ne-a dat cheia pentru scrierea egipteană¹.

¹ Piatra conține același text în grecește, scriere hieroglifică și scriere demotică. — *Nota trad.*

În anii din urmă am făcut parte dintr-un grup cuprinzînd persoane din diferite laboratoare de la M.I.T. și de la Massachusetts General Hospital care s-au străduit să găsească cu ajutorul analizei armonice piatra de la Rosette pentru scrierea undelor cerebrale. În trecut am avut un exemplu remarcabil de succes pe un asemenea tărîm: lucrările marelui fizician experimental american Michelson.

Michelson a inventat un aparat numit interferometru, cel mai delicat dispozitiv inventat vreodată pentru studiul spectrului luminos și care i-a permis să realizeze sarcina aparent imposibilă de determinare a diametrului unghiular al unor stele fixe. Principiul acestui aparat poate fi de fapt aplicat la un aparat pentru studiul undelor cerebrale și al altor asemenea oscilații. Un asemenea aparat l-am numit autocorelator. Multe persoane de la M.I.T., și în special Lee, au adus proiectarea autocorelatoarelor la un grad surprinzător de perfecțiune.

Atunci cînd înregistrările inițiale brute ale undelor cerebrale sînt transformate de un autocorelator, obținem un tablou de o claritate și semnificație remarcabile, care nu mai seamănă de loc cu confuzia ilizibilă a înregistrărilor neprelucrate care intraseră în mașină. În acest domeniu sîntem la primii pași, dar ne punem mari speranțe în viitorul cercetărilor noastre, nu vom fi uimiți dacă așteptările ambițioase ale primilor encefalografi de acum treizeci de ani care doreau să obțină electroencefalograme perfect vizibile vor începe acum să fie realizate.

Analogia dintre interferometru și autocorelator este adîncă și semnificativă, iar primele lucrări ale lui Michelson ne-au dat un întreg limbaj pentru citirea rezultatelor oferite de asemenea mașini.

De fapt, cea mai mare parte a contribuției mele la cercetarea undelor cerebrale datează din ultimii trei ani după vizita mea în Mexic, dar eu o consider în esență ca o desăvîrșire a lucrărilor pe care le-am inițiat împreună, Arturo și cu mine.

Cercetarea autocorelativă a undelor cerebrale nu este unicul domeniu în care interesele mele matema-

tice s-au întâlnit cu interesele fiziologice ale lui Rosenblueth. Analogia inițială pe care am stabilit-o între feedback-ul la mașină și feedback-ul la om a fost mereu întregită de noi analogii izbitoare pe care le-am stabilit între sistemul nervos și mașinile de comandă sau calcul.

De la început am fost frapat de asemănările dintre sistemul nervos și mașina de calcul cifrică, computerul digital. Nu vreau să susțin că aceste analogii ar fi perfecte sau că am putea epuiza proprietățile sistemului nervos denumindu-l un computer digital. Vreau doar să sugerez că anumite aspecte ale comportării sale sînt foarte apropiate de cele ale computerului digital.

Sistemul nervos este cert o rețea complicată de elemente care transmit impulsuri. În linii mari, dacă un impuls este suficient de puternic pentru a străbate drumul de la capătul unei fibre nervoase pînă la celălalt capăt, el ajunge la capătul îndepărtat în totalitatea sa fără a fi mult influențat de tăria impulsului de la capătul apropiat. Așadar, nervul transmite da-uri și nu-uri. Cînd un impuls atinge capătul unei fibre nervoase, el se combină cu diferite alte impulsuri care au atins același nivel, pentru a determina dacă descărcarea se propagă în următoarea fibră nervoasă. Cu alte cuvinte, nervul este o mașină logică în care decizia se ia pe baza rezultatului unui număr de decizii anterioare. În esență, acesta este modul în care operează un element dintr-o mașină de calcul. În afară de această asemănare fundamentală, mai avem și asemănări secundare care țin de fenomene ca : memorie, învățare și altele.

În anii din urmă mi-a atras atenția o altă problemă medicală. Revenind la Claude Bernard, Walter Cannon a subliniat că sănătatea și însăși existența corpului depind de procesele denumite homeostazice ; acestea sînt procesele care tind să mențină temperatura, tensiunea arterială și mulți alți factori din mediul interior într-o asemenea stabilitate, încît viața să fie posibilă. Așadar, echilibrul aparent al vieții este un echilibru activ în care orice deviere de la

normă provoacă o reacție în direcție opusă, de aceeași natură ca ceea ce denumim **feedback negativ**.

Astfel, cînd organismul nu funcționează bine, trebuie să existe cazuri cînd pana este o dereglare intrinsecă a procesului de feedback și descrierea matematică a manierei în care pana are loc indică natura procesului de feedback și natura dereglării sale. Colegul meu Paul Hahn și cu mine am aplicat o asemenea analiză la istoria leucemiei și am obținut suficiente dovezi că în această creștere excesivă a globulelor albe din sînge procesul homeostazic de echilibrare a creării și distrugerii celulelor sanguine nu este cîmpet abrogat, dar decurge la un nivel incorect. Cred că această concepție a bolii ca tulburare a homeostazei se poate dovedi utilă în multe domenii ale medicinei.

În trecut, medicina a avut o mare tendință de a gîndi în termeni de localizare. Îndeosebi acesta a fost cazul creierului, unde pentru aproape fiecare arie a cortexului sau suprafață a emisferelor sale s-a descoperit sau s-a postulat cîte o funcție separată. Însă tendința de a pune accentul pe localizare a condus la subordonarea problemelor generale ale organizării față de fenomenele atomice localizabile.

Mi se pare că cercetările aparatului de comandă pe care le-am întreprins ne oferă o cunoaștere mai bună a modalităților în care aceste fenomene locale se constituie în procese mari care cuprind în întregime creierul, respectiv, întregul corp uman. Trebuie să acceptăm ca evidente aceste procese cuprinzătoare în activitatea organismului sănătos, de vreme ce observăm că, în condiții patologice, ele se pot deregla într-un fel care nu poate fi atribuit unei pene a părților. Există boli, ca leucemia, în care anumite procese, cum ar fi formarea globulelor albe, decurg în aparență haotic. Totuși chiar în această activitate a corpului bolnav observăm semne clare că ceea ce lipsește nu este atît conducerea interioară a proceselor de formare și de distrugere a globulelor, cît un nivel corespunzător al acestei conduceri.

Majoritatea lucrărilor pe care Arturo și cu mine le-am întreprins în timpul diferitelor mele vizite în

Mexic, ca și în timpul diferitelor sale vizite în Statele Unite au fost publicate în revistele de specialitate. Îmi rămîne să spun mai multe cu privire la amănuntele vizitelor mele ulterioare. Soția mea și cu mine sperăm să mai vizităm de multe ori Mexicul, fie în vederea cercetărilor și lucrărilor mele, fie numai pentru a ne bucura de viața într-o țară care ne-a acordat o ospitalitate fermecătoare.

PROBLEMELE MORALE ALE UNUI OM DE
ȘTIINȚĂ.
BOMBA ATOMICĂ. 1942 —

În timpul celui de-al doilea război mondial, într-o zi am fost chemat la Washington pentru a mă întâlni cu Vannevar Bush. El mi-a spus că Harold Urey de la Universitatea Columbia vrea să discute cu mine o problemă de difuzie legată de separarea izotopilor de uraniu. Noi știam deja că izotopii de uraniu ar putea să joace un rol important în transmutarea elementelor, ba chiar în construcția eventuală a unei bombe atomice, căci lucrări în acest domeniu s-au desfășurat și înainte de război, dar nu în Statele Unite.

M-am dus la New York și am stat de vorbă cu Urey, dar nu mă consideram prea calificat pentru a-i da ajutor la rezolvarea problemelor care îl preocupau. De altfel, eram foarte ocupat cu lucrarea mea asupra predictorilor. Aveam sentimentul că mi-am găsit aici o ocupație pentru toată durata războiului. Era un domeniu unde ideile mele personale erau deosebit de utile și unde nu credeam că cineva ar putea să facă treaba tot atât de bine fără să-l ajut eu.

De aceea nu am manifestat vreun entuziasm deosebit pentru problema lui Urey, deși nu am spus explicit că nu vreau să lucrez în acest domeniu. Poate că eu nu am fost considerat suficient de loial pentru a lucra la problema respectivă sau poate că însăși lipsa mea de entuziasm a fost considerată ca un motiv suficient pentru a nu fi utilizat, fapt este că

atunci mi s-a vorbit pentru ultima dată despre această chestiune, care ținea de proiectul Manhattan și de fabricarea bombei atomice.

Mai târziu, diferiți tineri care lucrau cu mine au fost atrași la proiectul Manhattan. Ei îmi vorbeau mie, dar și altora cu o libertate deconcertantă. În orice caz, mi-am dat seama că treaba lor consta în a rezolva lungi lanțuri de ecuații diferențiale, contribuind astfel la rezolvarea problemei difuziilor repetate. Problema separării izotopilor de uraniu era redusă la un lung lanț de difuzii ale lichidelor conținând uraniu; în fiecare stadiu, cei doi izotopi erau separați numai într-o foarte mică măsură, dar în ultimă instanță se obținea o separare destul de completă. Asemenea difuzii repetate erau necesare pentru a separa două substanțe atât de asemănătoare ca proprietăți fizice și chimice cum sînt izotopii de uraniu. Am bănuir atunci (și continuu să bănuiesc și acum, deși nu știu nimic despre amănuntele lucrării) că în cea mai mare parte acest calcul a fost o uriașă risipă de bani. Mi s-a explicat însă că rezultatele cu care se lucra erau de un ordin de mărime atât de mic, încît fără un calcul de cea mai mare precizie ele ar fi putut fi cu totul greșite.

Acest argument nu mi s-a părut totuși rezonabil, deoarece tocmai în cazul utilizării cumulative a unor procese care la fiecare moment de timp se realizează foarte puțin, înlocuirea standard a unui sistem de ecuații diferențiale printr-o singură ecuație cu derivate parțiale funcționează cel mai bine. Cu alte cuvinte, am avut și am cele mai mari dubii că, în aceste procese de difuzie foarte încete și repetate ades, fenomenele care nu pot fi tratate în mod justificat ca fenomene continue ar avea într-adevăr o importanță reală.

Oricum, deși nu cunoșteam în amănunt ceea ce se lucra la proiectul Manhattan, sosi timpul cînd nici eu, nici vreun alt om de știință activ din America nu putea să nu-și dea seama că acest proiect este pe cale de a se realiza. Chiar și atunci, noi nu am avut o idee clară la ce anume va fi utilizat. Ne temeam că utilizarea principală care s-ar putea da izotopilor

radioactivi ar fi aceea de otrăvuri. Ne temeam că în această privință ne-am putea pomeni în situația de a fi pus la punct o armă pe care morala și politica internațională ne vor împiedica s-o utilizăm, după cum i-a reținut și pe germani de la utilizarea gazelor toxice împotriva orașelor. Chiar dacă rezultatul lucrării urma să fie un exploziv, încă nu vedeam cu claritate nici posibilitățile bombei, nici problemele morale pe care le va implica utilizarea ei. De un lucru cel puțin eram foarte sigur : că eram mai mult decât fericit pentru că nu aveam de împărtășit nici o răspundere pentru crearea bombei sau pentru utilizarea ei ulterioară.

Pină atunci problemele morale generate de război nu mă afectaseră direct. Dar în toamna lui 1944 a avut loc o serie de evenimente cu efecte foarte însemnate pentru cariera și gândirea mea ulterioară. Începusem deja să reflectez la relația dintre mașina de calcul rapidă și uzina automată și am ajuns la concluzia că, întrucît esența mașinii de calcul se află în viteza ei și în programarea ei, adică în șirul de operații de realizat cu ajutorul unei benzi magnetice sau unor cartele perforate, uzina automată nu mai este departe. Mă întrebam dacă nu cumva am ajuns în situația morală în care prima mea datorie ar fi să vorbesc și altora despre unele pericole care amenință societatea.

Uzina automată n-ar putea să nu ducă la noi probleme sociale, în ceea ce privește ocuparea mîinii de lucru, și eu nu aveam siguranța că aş poseda răspunsul la întrebările respective. Va avea loc o vastă redistribuire a muncii la diferite niveluri. Dacă astăzi ființa umană este utilizată mecanic, pur și simplu ca un fel de dispozitiv inferior de comutare sau decizie, uzina automată amenință s-o înlocuiască complet prin agenți mecanici. Pe de altă parte, ea creează o nouă cerere de oameni cu o înaltă calificare profesională, care să poată organiza ordinea operațiilor astfel încît ea să servească cel mai bine unei funcții sau alteia.

Uzina automată creează de asemenea o cerere de echipe de intervenție și echipe de supraveghere de

o calificare cu totul deosebită. Dacă aceste schimbări în cererea de muncă s-ar efectua la întâmplare și pe o cale neorganizată, am putea foarte bine să intrăm în cea mai mare perioadă de șomaj pe care am cunoscut-o vreodată. Mi se părea că este foarte posibil să evităm o catastrofă de acest fel, dar numai prin multă gîndire și nu așteptînd cu indolență să se producă dezastrul. Opinia mea actuală în această privință mi-o voi exprima ceva mai departe în cadrul acestui capitol.

În această situație, cînd un coleg mi-a cerut anumite informații referitoare la noua mea muncă, i-am răspuns că nu sînt de loc sigur că această muncă trebuie să-i fie comunicată lui sau, în general, publicului mare. Am șovăit cu atît mai mult, cu cît aceste informații îi erau necesare pentru anumite țeluri militare și eu nu știam de loc dacă ar trebui sau nu să particip la utilizarea noilor mele idei în scopul creării unor rachete dirijate și altor lucruri asemănătoare.

Am arătat reflexiile mele, așternute sub formă de scrisoare unui coleg al meu care întîmplător avea fler pentru ziaristică. El mi-a propus de îndată să trimit nota mea la *Atlantic Monthly* ca o schemă pentru ceea ce ar putea să devină un articol mai amplu. Am ținut seama de această sugestie și am trimis-o. Dacă m-aș fi gîndit în ce măsură mă supuneam astfel unei profunde angajări morale, în timp ce el rămînea în afara cauzei, poate că aș fi ezitat, deși probabil că aș fi înlăturat această ezitare ca un act de lașitate. Consecințele morale ale acțiunii mele s-au manifestat în curînd.

Cam în acea vreme am consimțit să particip la două consfătuiri : prima era o consfătuire de matematică aplicată convocată de Universitatea Princeton cu prilejul aniversării a două sute de ani de existență ; cealaltă era organizată de Aiken la Harvard și se referea la mașinile de calcul automate rapide. Consimțeam să particip cu o comunicare la această a doua întîlnire, care avea loc sub auspiciile Universității Harvard și ale Departamentului marinei. Între timp făcusem o dare de seamă pentru confe-

rința de la Princeton cu privire la lucrările mele de teoria predicției. Deși comunicarea mea trata un material despre care știam că în ultimă instanță poate fi folosit pentru țeluri militare, contam că datorită caracterului abstract al lucrării mele și inerției firești a multora dintre colegii mei lucrarea nu-și va găsi o utilizare militară imediată și necontrolată.

Însă mi-a fost forțată mîna. Un coleg care pradase înainte la M.I.T., iar apoi revenise la Universitatea din California grație legăturilor sale, precum și din cauza climei m-a propus ca șef sau consilier pentru un proiect militar sau semimilitar de calcul mecanic care urma să se realizeze în California. El nu m-a consultat în această privință, ci a presupus că voi accepta fără vreo șovăire o invitație în California.

Am spus că proiectul era semimilitar. De fapt era subordonat Biroului standardelor, dar era cît se poate de limpede că, dacă rezultatele vor fi interesante, ele vor fi acaparate mulți ani de autoritățile militare. Cunoscutul meu nu numai că încerca să mă determine să servesc unui scop pentru care aveam o repulsie, dar voia să mă facă să lucrez în condiții care implică secretul, examinarea de către poliție a opiniilor mele și diferite restricții administrative. Nu puteam accepta toate acestea. Ele m-ar fi obligat la o asemenea linie de conduită, încît m-aș fi prăbușit în cîteva luni. Cînd mi-a parvenit invitația, am recitit încă o dată scrisoarea mea către *Atlantic Monthly* și am văzut că nu am altă alternativă decît să spun *nu*. Poate că aș fi spus în orice caz *nu*, deoarece nu mă vedeam îndeplinind o funcție administrativă.

Apoi mi-am amintit de conferința militară de la Harvard la care mă angajasem deja să vorbesc. Mai erau două săptămîni pînă la conferință, astfel încît am crezut că am suficient timp pentru a schimba macazul. M-am dus la Aiken și am încercat să-i explic situația. În special i-am subliniat că oferta din California m-a determinat să iau o poziție definită în ce privește munca mea de război și că nu puteam să accept un fel de colaborare cu armata respingînd simultan alta. De aceea i-am cerut să fiu dezlegat de promisiunea mea de a ține o comunicare.

Din cele spuse de Aiken am înțeles că era timp suficient pentru ca numele meu să fie înlăturat de pe lista vorbitorilor la conferință. Dar atunci când conferința începu, am văzut că Aiken făcuse acest lucru tăind pur și simplu cu o linie numele meu pe programele tipărite spre a fi difuzate participanților la conferință și presei.

Această procedură era foarte neplăcută pentru mine. Dar ea era și mai stânjenitoare pentru el. Ziariștii au venit la mine și m-au întrebat dacă această tăiere a numelui meu are vreo legătură cu scrisoarea care apăruse în *Atlantic Monthly*. Am spus că are și am încercat să le explic circumstanțele în care mi se forțase mîna. Mi-am asumat întreaga răspundere în această privință și am spus că am acționat cu consimțămîntul lui Aiken și că n-am întreprins acest pas din pică sau animozitate față de o persoană sau alta.

Firește, ei s-au dus la Aiken în aceeași problemă. Fără a reflecta, el a susținut că eu eram implicat într-o mare intrigă care voia să-l discrediteze și să transforme conferința într-un scandal public. În realitate, după cum am mai spus, eu îl consultasem de la bun început și rămăsese stabilit că nu va exista nici o publicitate în legătură cu această chestiune. Nici n-ar fi fost publicitate dacă dînsul nu ar fi scos în evidență neparticiparea mea tăindu-mi numele de pe listă.

Toate aceste emoții au fost o nimica toată în comparație cu cele prin care am trecut în perioada bombardării Hiroshimei. În primul rînd am fost, bineînțeles, îngrozit, dar nu surprins, căci eram conștient de posibilitatea utilizării împotriva inamicului a noilor arme puse la punct prin proiectul Manhattan. Sincer vorbind însă, cu mă agățasem de speranța că în ultima clipă ceva în bomba atomică nu va funcționa, căci reflectasem deja destul cu privire la semnificația bombei și la ceea ce înseamnă pentru societate obligația de a trăi de aici înainte în umbra amenințării unei distrugerii fără limite.

Desigur, am fost bucuros atunci cînd războiul împotriva Japoniei s-a terminat fără acele pierderi

grele din partea noastră pe care le-ar fi implicat un atac frontal asupra teritoriului principal. Dar chiar și aceste știri plăcute nu mă puteau scoate din starea de profundă neliniște. Cunoșteam foarte bine tendința (care nu se limitează la America, deși este foarte puternică aici) de a privi războiul ca o senzațională partidă de fotbal în care, într-un anumit moment, se anunță scorul final și pe care trebuie s-o considerăm fie ca o victorie definitivă, fie ca o înfrângere definitivă. Știam că această atitudine de a considera istoria ca o succesiune de episoade separate, fiecare închis în sine, nu este în nici un caz prea rară în armată și marină.

Dar mie un asemenea punct de vedere asupra istoriei mi se părea cu totul superficial. După părerea mea, cea mai importantă consecință a bombei atomice nu era încheierea unui anumit război fără pierderi mari din partea noastră, ci concluzia că eram confrunțați cu o lume nouă și cu posibilități noi pe care, de acum înainte, va trebui să le avem în vedere permanent. Caracteristica esențială a războaielor din trecut, oricât de serioase ar fi fost ele și oricât de complet distructive pentru cei implicați, era, după părerea mea, că aceste războaie au fost mai mult sau mai puțin evenimente locale. O țară și o civilizație puteau să dispară, dar procesul malign de distrugere fusese pînă acum localizat și rase și popoare noi puteau să ridice torța pe care alții o lăsaseră să cadă din mînă.

Nu subapreciam cîtuși de puțin voința de a distruge, care este tot atît de mare într-un război cu topoare de piatră sau într-un război cu arc și săgeată precum este într-un război cu pușca sau un război cu arme automate. Dar ceea ce mi-a atras în cea mai mare măsură atenția a fost faptul că, în războaiele anterioare, capacitatea de a distruge nu era pe măsura voinței de a distruge. Astfel, deși înțelegeam că pentru cei omorîți sau răniți era o prea mică deosebire între o canonadă sau un bombardament aerian cu bombe explozive de tip obișnuit și utilizarea bombei atomice, totuși pentru omenire în ansam-

blul ei deosebirile practice îmi apăreau ca fiind cît se poate de importante.

Pînă acum nici un mare război, inclusiv cel de-al doilea război mondial, nu a fost posibil decît prin eforturile concertate și prelungite ale popoarelor în luptă și, în consecință, nici un asemenea război nu putea fi întreprins fără o participare reală și totală a milioane de persoane. Acum, noile moduri de distrugere în masă, oricît de costisitoare ar fi în valoare absolută, au devenit atît de ieftine raportate la numărul persoanelor ucise, încît ele nu mai constituie o povară pentru bugetul național.

Pentru prima oară în istorie a devenit posibil ca un grup restrîns de cîteva mii de persoane să amenințe cu distrugerea absolută milioane de persoane, și aceasta fără a se expune vreunui risc imediat cît de cît serios.

Războiul a trecut de la stadiul cînd necesita un uriaș efort național la stadiul declarării sale prin apăsare pe buton datorită voinței unei minorități reduse de persoane. În principiu, această afirmație este adevărată, chiar dacă includem în efortul militar toate sumele, mari în valoare absolută, dar relativ mici, care au fost investite în întregul aparat de cercetare nucleară. Constatarea este cu atît mai adevărată dacă luăm în considerare efortul relativ minim pe care îl necesită folosirea bombei atomice, acum cînd ea există, din partea unui număr redus de generali și piloți.

N-am considerat cu multă seriozitate afirmațiile pe care le făceau unii mari organizatori în domeniul științei cum că „cunoștințele tehnice“ necesare pentru construirea bombei atomice erau o chestiune pur americană și nu puteau fi puse în aplicare de un eventual inamic cel puțin vreme de mulți ani, în cursul căroră noi puteam conta pe dezvoltarea unor noi procedee, chiar și mai distrugătoare. În primul rînd, cunoșteam destui dintre acești papi și cardinali ai științei aplicate și știam foarte bine cum subapreciază ei pe străinii de toate felurile, în special pe cei care nu sînt de rasă europeană. Deoarece cunoșteam mulți oameni de știință de diverse rase și

din numeroase țări, nu eram în stare să cred că abilitatea științifică și disciplina morală ar fi o însușire specială a celor care au pielea albă și vorbesc englește.

Dar aceasta nu era totul. În momentul în care am adus la cunoștință faptul că posedăm bomba și am arătat că este eficientă, utilizînd-o împotriva inamicului, am notificat tuturor țărilor că existența lor și independența lor politică erau condiționate de prompta intrare în posesia unor arme similare. Ceea ce înseamnă două lucruri : că orice țară care ne era rivală sau rivală potențială era obligată să dezvolte cercetarea nucleară pentru a-și putea continua existența sa independentă, cunoscînd totodată că această cercetare nu este gratuită în sine, și că orice atare țară va căuta în mod inevitabil să afle secretele noastre.

Aceasta nu înseamnă că noi, americanii, nu am fi obligați pentru autoapărare să opunem unor asemenea indiscreții și spionaje întregul nostru efort de dragul însăși existenței noastre naționale ; dar asemenea considerente de legalitate și asemenea pretenții de răspundere morală din partea cetățenilor americani loiali nu puteau avea nici cea mai mică forță în afara frontierelor noastre.

Am început atunci să mă gîndesc la problema generală a secretelor nu atît ca problemă morală, cît ca una practică și la o politică despre care s-ar putea spera să fie eficientă pe termen lung. Aici nu mă pot opri de la unele aprecieri asupra felului în care militarii înșiși consideră secretul pe cîmpul de luptă. Este binecunoscut că fiecare cifru poate fi dezlegat dacă există un stimulent suficient pentru a o face și dacă merită să te ocupi de aceasta destul timp ; iar o armată în război are cifruri de o oră, cifruri de douăzeci și patru de ore, cifruri de o săptămînă, poate că și cifruri de un an, dar niciodată nu se așteaptă ca un cifru să dăinuie o eternitate.

În condițiile obișnuite de viață, nu eram deprinși să gîndim în termeni de spionaj, înșelăciune și altele asemenea. În special, asemenea idei sînt străine naturii unui adevărat om de știință, care, după cum

ă subliniat Einstein, are ca adversar o lume greu de înțeles și de interpretat, dar o lume care rezistă la interpretare fără răutate și rea-voință. Cum a spus Einstein: „Dumnezeu este rafinat, dar nu rău intenționat“.

Cu secretele noastre obișnuite de valoare limitată nu trebuie să trăim într-o teamă perpetuă că cineva va încerca să le fure. Dacă însă sîntem în posesia unui secret de valoare majoră și de pericol major, cum este secretul bombei atomice, nu este realist să presupunem că el nu va fi aflat niciodată, sau că bunăvoința generală din rîndurile oamenilor de știință ar exclude ca un om de știință sau altul, fie din cauza opiniilor sale, fie din cauza rezistenței slabe la presiunea morală, să dezvăluie secretele noastre celor care sînt periculoși pentru noi.

Dacă vrem să ne jucăm cu instrumentele ascuțite ale războiului modern, nu numai că nu avem vreo șansă de a evita rănirea prin accident și neatenție, dar de fapt avem toate temeiurile să presupunem că celelalte popoare vor urma și ele calea pe care am apucat-o noi și că vom fi expuși acelorași pericole la care i-am expus pe ceilalți. Așadar, secretul este foarte necesar, dar pe termen lung — absolut imposibil. Este nerealist să ne considerăm protejați printr-un mijloc atît de fragil.

În plus, existau și alte motive, mult mai specifice, care mă determinau să privesc cu scepticism înțelepciunea căii pe care o apucasem. Este adevărat că bomba atomică fusese perfectată abia după ce Germania fusese eliminată din război, iar Japonia era unicul poligon posibil pentru a experimenta bomba ca armă în adevăr ucigătoare. Totuși, existau multe persoane atît în Japonia, cît și în întregul Orient care considerau că noi eram gata să folosim o armă atît de teribilă împotriva Japoniei, deși n-am fi fost de acord s-o utilizăm împotriva unui inamic alb. Nu puteam să nu-mi pun întrebarea dacă această acuzație nu era justificată într-o anumită măsură. Într-o lume în care colonialismul european în Orient se apropia cu rapiditate de sfîrșit și în care fiecare țară orientală avea destule motive să-și dea seama

de deosebirea morală pe care unele elemente din Occident o făceau între albi și nealbi, această armă era o adevărată dinamită (o metaforă perimată acum cînd avem bomba atomică) pentru viitoarea noastră politică externă.

Este binecunoscut că efortul nostru pentru realizarea bombei atomice a fost în cea mai mare măsură internațional și devenise posibil datorită unui grup de persoane care nu s-ar fi reunit dacă nu ar fi existat amenințarea atît de puternică a Germaniei naziste; aceasta se referă în special la grupul oamenilor de știință care au contribuit cel mai mult la teoria nucleară. Am în vedere persoane ca Einstein, Szilard, Fermi și Niels Bohr. A ne aștepta ca în viitor un grup asemănător să se strîngă din toate colțurile lumii pentru a apăra politica noastră națională înseamnă a ne aștepta în continuare că vom avea întotdeauna același prestigiu moral. Cu atît mai nefericit era faptul că utilizasem bomba într-o împrejurare în care se putea emite presupunerea că nu am fi folosit-o împotriva unor albi.

Mai era o chestiune care în mințile multora dintre noi dădea naștere la grave bănuieli. Deși programul de cercetări nucleare nu necesita o parte covîrșitoare a efortului militar național, în sine el era o treabă extrem de costisitoare. Prin mîinile oamenilor care se ocupau cu el treceau miliarde de dolari și mai curînd sau mai tîrziu, după război, urma să vină o zi cînd Congresul va cere o strictă socoteală și justificare a acestor uriașe cheltuieli. În aceste circumstanțe, poziția înalților demnitari ai cercetării nucleare va fi cu atît mai tare dacă ei vor putea pretinde în mod justificat sau plauzibil că această cercetare a servit unui obiectiv major în terminarea războiului. Pe de altă parte, dacă ei ar fi venit cu mîinile goale — adică cu o bombă rămasă pe hîrtie ca un fel de pregătire pentru războaiele din viitor sau chiar cu o utilizare a ei pur simbolică, în sensul unei declarații adresate japonezilor că sîntem gata s-o utilizăm efectiv dacă războiul va continua —, poziția lor ar fi fost cu mult mai șubredă și ei ar fi fost expuși unui pericol serios de a fi înlăturați de

către noua administrație venită la putere după război și dornică de a arăta neîntrebuințarea și inaptitudinea administrației precedente.

Astfel, presiunea de a utiliza bomba cu întreaga ei putere de distrugere era mare nu numai din punct de vedere patriotic, dar era tot atât de mare din punctul de vedere al soartei personale a celor implicați în fabricarea ei. Această presiune poate că era inevitabilă, dar posibilitatea unei atare presiuni și a eventualității ca interesele unor persoane să ne forțeze la o politică care nu era cea mai bună pentru propriile noastre interese trebuia să fie luată în considerație mai serios de la bun început.

Nu se poate pune în discuție excelenta calitate tehnică a muncii realizate prin construirea bombei. Sincer vorbind, nu văd nici un indiciu al calității asemănătoare a muncii oamenilor politici care ar fi trebuit s-o însoțească. Timpul care a trecut între explozia experimentală de la Los Alamos și utilizarea bombei pe câmpul de bătaie a fost atât de redus, încât n-am avut posibilitatea de a reflecta limpede. Scrupulele oamenilor de știință care știau cel mai mult despre ceea ce este în stare să facă bomba și aveau baza cea mai clară pentru a evalua posibilitățile bombelor viitoare au fost în întregime ignorate, iar propunerea de a invita autoritățile japoneze la o experimentare a bombei undeva în Pacificul de Sud a fost respinsă categoric.

În toate acestea simțeam dorința constructorului amator de a vedea că roțile se învârtesc. Mai mult, însăși ideea unui război prin apăsare pe buton era o tentație uriașă pentru cei care au încredere în puterea lor de invenție și o profundă neîncredere în ființele umane. Am văzut asemenea oameni și îmi dau destul de bine seama ce mobile îi călăuzesc. Întimplarea că războiul și dificila pace care i-a urmat i-a adus pe primul plan, este în multe privințe o nenorocire.

Toate acestea și multe alte idei mi-au trecut prin minte în ziua Hiroshimei. Unul dintre izvoarele tăriei și în același timp una dintre poverile omului de știință creator este faptul că el trebuie să reziste

singur. Doream — și încă cum doream! — să fiu în stare de a recepta pasiv ce se întâmplase, acceptând în mod sincer înțelepciunea celor care dirijează politica și renunțând la orice judecată personală. Fapt este însă că nu aveam vreun temei să cred că judecata persoanelor care se află la înseși sursele situației era superioară posibilităților mele de a judeca, indiferent de informația tehnică pe care o posedau. Știam bine că mulți dintre acești înalți demnitari ai științei nu se bucurau nici de o zecime din contactele mele cu oamenii de știință din alte țări și care aveau alte puncte de vedere, și că ei nu erau nici pe departe în situația de a-și da seama de reacția pe care o va stârni în lume bomba atomică. Mai știam că eu aveam obiceiul de a considera istoria științei și a invențiilor dintr-un punct de vedere mai mult sau mai puțin filozofic și nu credeam că cei de care depindeau deciziile ar putea să facă acest lucru mai bine decât mine. Omul de știință sincer trebuie să-și susțină temerile și previziunile chiar dacă este o Cassandra și nimeni nu-l crede. Aveam în spate mulți ani de poziție izolată în știință, dovedindu-se ulterior că eu avusesem dreptate. Această neputință de a avea încredere în puternicii zilei nu a fost pentru mine o sursă de satisfacții deosebite, dar ea exista și trebuia s-o privesc în față.

Una din cele mai mari îngrijorări ale mele privea urmările bombei pentru știință și pentru atitudinea publicului față de omul de știință. Noi acceptasem de bunăvoie o doză de secret și am cedat mult din libertatea noastră de acțiune de dragul războiului chiar dacă — pentru aceleași scopuri, după cum credeau mulți dintre noi — ni s-a impus un secret mai mare decât cel optim, astfel încât uneori comunicațiile dintre noi au fost mai mult stinjenite în acest fel decât de serviciile de informație ale inamicului. Sperasem că această autodisciplină atât de neobișnuită va fi un lucru temporar și ne așteptasem că după acest război — așa cum a fost în definitiv după alte războaie — vom putea reveni la acel spirit liber de comunicare în interiorul națiunii și în afara ei, care constituie adevărata viață a științei. Acum însă ne

dădeam seama că, indiferent dacă o doream sau nu, aveam în custodie secrete de care ar fi putut depinde întreaga viață națională. În viitorul previzibil nu mai puteam să ne continuăm cercetările în calitate de oameni liberi. Cei care în timpul războiului cîștigaseră ranguri înalte și putere asupra noastră erau cel mai puțin înclinați să renunțe la o parte a prestigiului pe care-l obținuseră. Deoarece mulți dintre noi posedam secrete care ar fi putut fi capturate de inamic și ar fi putut fi utilizate în dauna națiunii noastre, eram în mod evident condamnați să trăim într-o atmosferă de bănuială permanentă și nu se vedea vreun semn de încetare în viitor a supravegherii de către poliție a opiniilor noastre politice, supraveghere care începuse în timpul războiului.

Publicul nutrea pentru bomba atomică tot atît de puțină simpatie ca noi și erau destule persoane care și-au dat seama imediat ce pericol prezintă ea pentru viitor și în conștiința cărora lua ființă un sentiment de culpă. O asemenea conștiință caută țapi ispășitori. Dar cine ar putea fi un mai bun țap ispășitor decît oamenii de știință? Indiscutabil, ei au tăcut posibilă bomba. Omul de pe stradă, care știa prea puțin despre oamenii de știință și-i considera drept o rasă stranie și închisă în sine, era gata să-i acuze că ar dori să posede puterea de distrugere cuprinsă în bombă. Ceea ce făcea acest lucru, pe de o parte, mai plauzibil și, pe de altă parte, mai periculos era faptul că, deși oamenii de știință activi aveau foarte puțină putere personală și nu o doreau de fel, exista totuși un grup de persoane din administrația tehnică care erau foarte sensibile la noul atu pe care îl posedau acum în lupta pentru putere.

În orice caz, de la bun început mi-a fost cît se poate de clar că, în viitor, noi, oamenii de știință, vom fi priviți ambiguu. Căci publicul ne trata pe de o parte ca pe niște vrăjitori și magicieni iar pe de altă parte era dispus să ne considere ca un sacrificiu acceptabil de adus zeilor. Chiar în ziua lansării bombei atomice a devenit clară întreaga schemă a vînătorii de vrăjitoare care avea să se dezlănțuie în

următorii opt ani. Și ceea ce trăim acum nu este decât transpunerea în acțiune a ceea ce s-a scris atunci în ceruri.

Deși nu am participat de loc la realizarea bombei atomice propriu-zise, simțeam totuși nevoia de a-mi scruta conștiința. Am explicat deja cum lucrările mele despre predicție și mașinile de calcul m-au condus la bazele ciberneticii, cum aveam s-o denumesc mai târziu, și la înțelegerea posibilităților uzinei automate. Din punct de vedere strict științific, aceste realizări nu erau atât de revoluționare ca bomba atomică, dar implicațiile sociale spre bine și rău ale uzinei automate erau enorme. Doream să-mi dau seama ce obligații îmi revin și dacă nu este cazul ca, paralel cu dreptul la secretul de stat asumat de cercurile înalte, să-mi exerseze și eu dreptul la secretul personal, suprimându-mi ideile și lucrările realizate.

După ce m-am jucat câțiva timp cu această idee, am ajuns la concluzia că o asemenea soluție era cu neputință, căci ideile pe care le aveam aparțineau mai mult epocii decât mie. Dacă aș fi fost în stare să suprim orice cuvânt pe care-l scriesem sau îl rostisem, ele tot nu puteau să nu reapară în lucrările altora și poate că într-o formă care ar pune mai puțin în evidență semnificația filozofică și pericolele sociale ale noii orientări. Nu puteam să descalec de pe acest cal năvălaș, așa că nu-mi rămânea decât să-l călăresc.

De aceea, am decis că trebuie să trec de la o atitudine de cel mai mare secret la o atitudine de cea mai mare publicitate, atrăgând atenția tuturor asupra posibilităților și pericolelor noilor idei. În primul rând, m-am gândit la syndicate, ca fiind în mod firesc cele mai interesate în materie. Prietenii mei m-au orientat către doi lideri sindicali: un avocat inteligent care avea prea puțin prestigiu printre sindicalistii cu care lucra și un înalt funcționar al sindicatului tipografilor. În ambele cazuri mi s-a confirmat ceea ce îmi spusese prietenii englezi cu câțiva ani înainte; funcționarii sindicali vin prea nemijlocit de

la bancul de lucru și sînt prea ocupați cu dificultățile și problemele tehnice complicate ale administrației sindicale pentru a fi în stare să participe la vreo prospectare autentică a viitorului propriului lor meșteșug.

La prietenii mei sindicaliști am întîlnit din plin bunăvoință, dar totodată o opoziție absolută de a comunica ideile mele prin și în sindicatele lor. Aceasta s-a întîmplat pe la mijlocul deceniului al cincilea. De atunci situația s-a schimbat radical. Am avut contacte repetate cu domnul Walter Reuther de la sindicatul lucrătorilor din industria de automobile și am găsit la el atît o înțelegere a problemelor mele, cît și dorința de a da publicitate ideilor mele prin presa sindicatului său. De fapt, în persoana domnului Reuther și a oamenilor din jurul său am găsit acel gen de om politic sindical cu spirit universal pe care nu l-am întîlnit în primele mele încercări sporadice de a avea contacte cu sindicatele.

Genul de idei pe care-l aveam cu privire la uzina automată s-a bucurat de o bună primire și în alte sfere : în rîndurile managerilor. În iarna anului 1949 am ținut o comunicare la Societatea pentru progresul conducerii privind uzina automată ca posibilitate tehnică și problemele sociale pe care le implică ea : în ambele domenii am fost sprijinit de autorități mari în materie de conducere, cum ar fi, de exemplu, un director al firmei „Remington Rand Inc.“ În decembrie 1952 mi s-a cerut o comunicare cu un subiect asemănător pentru simpozionul cu privire la uzina automată organizat de Societatea americană a inginerilor mecanici.

Progresul atitudinii generale de la prima comunicare la a doua a fost remarcabil. Nu numai că publicul a fost mult mai numeros și observațiile mele tehnice au fost confirmate de specialiștii în mașini automate din diferite industrii, dar și conștiința socială a grupului în ansamblu era mult mai dezvoltată decît ceea ce constatasem cu trei ani înainte.

Deși erau acolo multe persoane mai optimiste decît

mine în ceea ce privește posibilitatea realizării fără catastrofă a unui înalt grad de automatizare industrială, publicul participant la simpozion era pe deplin conștient de posibilitatea ca în viitor întregul său mod de viață să fie afectat de automatizare. În special s-a acordat o mare atenție problemelor reciclării lucrătorilor din uzine, astfel încît ei să devină membri ai echipelor de intervenție (de fapt un fel de subingineri).

O altă problemă mult dezbătută a fost aceea a timpului liber la care ne puteam aștepta în viitor și la utilizările care i s-ar putea da. În adevăr, am auzit pe niște ingineri vechi în munca de conducere exprimînd opinii care erau remarcabil de asemănătoare cu scrierile lui William Morris¹. Mai presus de orice, cu toții m-au sprijinit în ideea că trebuie să facem în așa fel încît noua deplasare a persoanelor umane de la munca de fabrică monotonă și plictisitoare să nu ducă la o devalorizare a persoanei umane și o glorificare a mașinii.

Anii care au trecut de atunci au văzut uzina automată dezvoltîndu-se dintr-o posibilitate îndepărtată într-o actualitate incipientă, astfel încît avem o bază concretă pentru a aprecia efectele probabile pe care le va avea asupra societății. Prima revoluție industrială de la începutul secolului al XIX-lea l-a înlocuit pe individ prin mașină ca sursă de energie. În prezent, nici un muncitor industrial nu-și cîștigă o parte mare din salariu datorită cailor-putere pe care-i produce. Chiar dacă el execută o muncă fizică grea, cum ar fi, de exemplu, în cazul unui pudlator, este plătit nu ca sursă a unui proces de energie. În realitate, el este plătit mai ales pentru experiența sa și pentru priceperea de a-și exercita puterea cît mai eficient în cadrul unui proces de producție bine organizat.

Dar muncitorii cărora li se cere o mare forță fizică, cum sînt pudlatorii, constituie o mică minoritate în industrie. Muncitorul industrial are la îndemînă un mic

¹ Scriitor și militant englez cu concepții utopic-socialiste (1834—1896) W. Morris considera că producția mașinistă este sursa tarelor capitalismului. — *Nota trad.*

motor electric sau o sculă pneumatică care îi sporește forța fizică de zece ori. Treaba lui este să realizeze un anumit obiectiv printr-un număr de mișcări într-o succesiune dată. Dacă, de exemplu, el lipește etichete pe borcanele de conserve, trebuie să fie atent ca să aibă în față stocul necesar de etichete, să le ude în mod corect, să le așeze într-o poziție corectă pe borcan și să treacă în timpul stabilit de la un borcan la altul. Acest gen de lucrător repetă un proces care nu-i cere decât o utilizare minimă, la nivelul cel mai scăzut, a puterii sale de judecată și de observație.

Desigur, există și alte forme ale muncii de uzină. Există maiștri și mai sînt și membri ai echipelor de intervenții care, la nivelul cel mai coborît, trebuie să fie meșteșugari calificați, iar la nivelurile mai înalte sînt asimilați în funcție cu subinginerii. Exceptînd aceste categorii mai înalte ale muncii, muncitorul industrial obișnuit are adesea de făcut lucruri atît de reglementate, încît se poate prevedea orice mișcare a sa și orice replică la mișcările sale. Pe aceasta se întemeiază asemenea sisteme eficiente ale studiului mișcării cum sînt cel al lui Taylor și cel al soților Gilbreth.

Am arătat deja că acesta este nivelul de muncă care va fi înlocuit prin operațiile uzinei automate. După felul meu de a vedea lucrurile, esențial este că cea mai mare parte a muncii omenești pe care o înlătură uzina automată este un gen inuman de muncă umană, care a fost considerată ca o treabă firească pentru ființe umane numai începînd cu accidentul istoric al revoluției industriale. Totuși, orice înlocuire bruscă și necompensată a acestei munci poate duce la un șomaj catastrofal.

Încotro se va îndrepta forța de muncă eliberată? Răspunsul cel mai evident este acela că însăși uzina automată va necesita întotdeauna un număr considerabil de persoane care stabilesc cauzele defectelor și le localizează, muncitori de înaltă calificare și specialiști în programare sau în adaptarea mașinilor la operații speciale. În cursul unui proces treptat de automatizare, locul natural înspre care trebuie să se îndrepte munca de uzină necalificată este această muncă

superioară, calificată. Astfel, devine vitală problema posibilităților de reciclare.

Avem un număr mare de indicii că sursele de muncă care au furnizat forța de muncă industrială necalificată în cursul generației trecute sînt acum pe cale de epuizare, deoarece, curînd după sfîrșitul primului război mondial, noi nu am mai avut un mare număr de imigranți care să caute a se stabili și a se înrădăcina în țară, gata să accepte orice condiție economică neavantajoasă. Copiii ultimei mari generații de emigranți au luptat în cursul celui de-al doilea război mondial, iar generația care se ridică în zilele noastre este formată din copiii acestor copii. Generațiile mai tinere nu doresc să accepte poziția permanentă de inferioritate economică care caracterizează pe muncitorii necalificați din uzina de tip vechi. Mulți dintre ei se îndreaptă către profesii libere și chiar cei care nu fac aceasta încep să pretindă ca munca lor să fie interesantă, iar nu o îndeletnicire lipsită de perspectivă.

Nu este pentru prima oară în istoria noastră industrială cînd progresul tehnic este condiționat de descreșterea disponibilităților de mînă de lucru de un anumit tip. Telefonul automat s-a introdus pur și simplu pentru că vechiul sistem de manipulare manuală a legăturilor amenința să înghită întreaga populație a fetelor absolvente ale școlii medii.

Un alt domeniu care poate asigura reciclarea în muncă mai ușor decît s-ar fi părut acum cîțiva ani este instruirea unei părți considerabile a tineretului nostru în armată, unde se formează ca tehnicieni de un nivel relativ înalt. În special acesta este cazul forțelor aeriene. Tînărul care poate fi învățat să conducă și să aibă grijă de un radar este, desigur, genul de om care poate învăța cu ușurință să devină un membru al echipelor de intervenție din uzine.

Astfel, este pe deplin posibil, deși nu este sigur, că în situația existentă în domeniul forței de muncă uzina automată este binevenită. În orice caz, atmosfera în care apare uzina automată face ca ea să se încadreze bine în activitatea umană fără să ignorăm atît avantajele cît și riscurile automatizării.

Deși toate acestea constituie o treabă făcută de mai multe persoane, eu sînt mîndru că, în parte, atmosfera sănătoasă și de înțelegere în care este introdusă automatizarea, precum și o anumită parte a colaborării dintre muncă și conducere în vederea pregătirii realizării în comun a unui mod de viață industrială care cuprinde uzina automată se datorează poate primelor mele eforturi de a semnală ambele elemente.

NANCY, CIBERNETICA, PARIS ȘI DUPĂ ACEEA : 1946—1952

În vara anului 1946 urma să aibă loc în Franța, la Universitatea din Nancy, un colocviu matematic cu caracter privat consacrat analizei armonice. Eram invitat să particip. De fapt, în mare măsură colocviul avea să se ocupe de ideile mele. Am plecat în Anglia pe un vas olandez și, înainte de a participa la colocviu, mi-am făcut vizitele mele obișnuite în Anglia și la prietenii mei englezi. Am vizitat Colegiul universitar din Londra unde era profesor J. B. S. Haldane. Divorțase de prima lui soție și era acum căsătorit cu o strălucită tinăra geneticiană care îi fusese asistentă în timpul războiului, ajutându-l la experimentele fiziologice pe care le făcuse cu privire la efectele diferitelor gaze sub presiune înaltă.

În repetate rînduri ei și-au pus costume de scafandru și s-au scufundat în cisterne de oțel umplute cu apă, respirînd o atmosferă de diferite gaze atît de concentrată încît gazele deveneau toxice, iar ei intrau în convulsie. Cred că Haldane a intrat în convulsie de patru ori și soția sa de șapte ori. Era o trăsătură care îl caracteriza pe Haldane : nu folosea cobai în experiențele sale ci se expunea el însuși unor condiții fiziologice extreme ; dăduse dovadă de un curaj asemănător în timpul războiului, cînd se specializase în detectarea și dezamorsarea minelor aruncate de dușman pe țărîm.

În general, Haldane era genul de om care se punea

deliberat în situații periculoase, incomode sau nepopulare atunci când era de făcut o treabă pe care el o considera importantă. Avea ceva din elanul nesăbuit al colegului meu Paley, dar la un nivel mult mai rațional.

În timp ce locuiam la soții Haldane, am avut timp suficient pentru a-mi vizita colegii de la Laboratorul național de fizică de la Teddington, precum și diverși colegi de la universitățile din Londra, Manchester și Cambridge. Am constatat că universitatea din Manchester s-a plasat pe un loc de frunte sub raportul tehnicii, dispunând de mașini de calcul automate rapide. La laboratorul național de fizică, Turing făcea același gen de sinteză între logica matematică și electronică pe care-l făcuse Shannon în Statele Unite. Pe scurt, am găsit că atmosfera britanică era în întregime coaptă pentru asimilarea noilor idei pe care le dezvoltam pe atunci cu privire la comenzi, comunicație și organizare.

De fapt, ideea unei cărți cuprinzătoare în această materie a început să-mi încolțească în minte când am ajuns la Paris. Acolo un coleg de la M.I.T. mi-a făcut cunoștință cu unul din cei mai interesanți oameni pe care i-am întâlnit vreodată, editorul Freymann de la firma „Hermann & Cie.“

Freyman, care, din păcate, a murit recent, era un mexican și pentru prima oară venise la Paris în calitate de atașat cultural al legației mexicane. Unul dintre bunicii săi era căpitan de vas german aflat în retragere care se stabilise în regiunea Tepic, pe coasta de vest a Mexicului. Celălalt bunic era un șef al tribului indian Huichol din aceeași regiune. Ambele bunici ale prietenului meu erau de origine spaniolă. Freymann, care ținea o mică anticărie vizavi de Sorbona, unde poposeau din când în când personalități ale vieții științifice și intelectuale, își făcea o plăcere din a-mi povesti cum fiecare dintre bunicii săi încerca să-l rupă de influența celuilalt, unul spunându-i mereu că el este un european, iar celălalt reamintindu-i calitatea sa de indian.

Am discutat mult despre Mexic și în cele din urmă veni vorba și despre munca mea științifică. În acest

moment Freymann a pus problema care-l interesa cel mai mult. Oare n-aş vrea să-mi expun în scris ideile cu privire la comunicaţii, uzina automată şi sistemul nervos pentru una din colecţiile editate de el ?

Mi-a explicat că era ginerele fostului editor Hermann şi că, atunci cînd socrul său a murit, a fost singurul din toată familia de acord să preia firma. Mi-a povestit la ce subterfugii a recurs pentru a încheia contracte de editare cu un număr de societăţi ştiinţifice şi cum a reuşit să creeze astfel o editură realmente intelectuală, străină de interese mercantile, în măsura în care acest lucru este posibil pentru o editură.

Auzisem deja despre ciudatul grup al matematicienilor francezi care-şi unise eforturile sub pseudonimul *Bourbaki*, rezultatul unei farse studenţeşti din perioada cînd grupul îşi semna primele articole cu numele unui general francez de pe vremuri. Freymann mi-a spus că de fapt el a fost întemeietorul grupului şi că voia să-l extindă, întemeind o nouă universitate fictivă, denumită Universitatea Nancago, după cele două şcoli existente la Chicago şi Nancy.

Mi se părea plăcut să intru în contact cu un grup atît de interesant. Am fost de acord să scriu cartea pentru Freymann şi am stropit contractul cu o ceaşcă de cacao pe care am luat-o la o patiserie învecinată.

În tot acest timp eram în contact cu Mandelbrojt, care, de fapt, era organizatorul Congresului de la Nancy. Am lucrat ceva matematică cu el şi apoi el m-a însoţit la Nancy într-un mic Diesel rapid care acum înlocuieşte expresul dintre capitală şi acest oraş. Împreună cu alţi oaspeţi străini de seamă am fost găzduiţi în frumosul hotel care face parte dintr-un grup armonios de clădiri din Piaţa Stanislav.

Faima acestei pieţe datează din secolul al XVIII-lea, cînd fostul rege al Poloniei ajunsese duce de Lorena. Devenind capitală, Nancy aproape că rivaliza cu Paris sau Versailles. Se spune că eticheta de la curtea din Nancy era chiar mai severă decît aceea de la Versailles. Se povesteşte că această etichetă a şi provo-

cat moartea ducelui. Intr-o zi, pe cînd se plimba pe acoperiș și era cam cherchelit, el a căzut într-un horn și, întrucît pe aproape nu se afla nici o persoană de rang suficient de înalt pentru a atinge o persoană regală, el a trebuit să stea acolo pînă ce s-a sufocat.

Hotelul la care am tras era cartierul principal al vizitatorilor străini. Aici locuiau Harald Bohr din Danemarca, Carleman din Suedia, Ostrowski din Basel și bunul bătrîn Papa Plancherel de la Institutul politehnic federal din Zürich. Jessen venise din Danemarca și Beurling din Suedia ; ambii făceau parte din generația mai tînără.

Dintre aceștia, Harald Bohr și Carleman nu mai sînt astăzi printre noi. Moartea lui Carleman a fost deosebit de tragică, întrucît urmează un tipar tipic scandinav, familiar celor care cunosc piesele lui Ibsen și Strindberg. A murit de pe urma băuturii — nu a consumului de băuturi în societate care duce atît de des la ruină la noi —, ci din cauza unei beții pătimașe și înverșunate care este o boală obișnuită chiar în cercurile cele mai alese din țările scandinave. În timpul congresului, el era adesea un pic beat, iar mai tîrziu, la Paris, l-am întîlnit în apartamentul lui Mandelbrojt, unde venise după un avans asupra cheltuielilor de drum care i se datorau ; avea ochii înroșiți și era nebărbierit de trei zile.

La Nancy, am frecventat cel mai mult pe Laurent Schwartz. Soția sa era fiica lui Paul Lévy și o întîlnisem cu ani în urmă, cînd îl vizitasem pe tatăl ei la Pougues-les-Eaux. Schwartz se ocupa cu lucrări foarte asemănătoare cu ale mele. El a extins și mai mult problematica pe care o tratasem eu în studiul asupra analizei armonice generalizate publicat în *Acta*. A adus analiza armonică la acel nivel de abstracție caracteristic întregii opere a școlii *Bourbaki*, de care ținea.

Atît fiecare în parte, cît și în grup, noi, oaspeții, eram antrenați la viața mondenă a micului orașel Nancy. În Franța, timpurile erau dificile și austere, timpurile cînd vinul era înlocuit cu must, iar delicioasa pîine franceză conținea cam vreo cincizeci la sută porumb ; dar gazdele noastre se întreceau în os-

pitalitate. Era cît se poate de clar că dacă una dintre gazde oferă trei sorturi de prăjituri, cealaltă va fi nevoită să ne ofere patru, iar următoarea cinci. La toate aceste reuniuni întâlneam invariabil pe domnul rector, domnul primar și domnul prefect. Am rămas cu convingerea că domnul rector, domnul primar și domnul prefect împreună cu soțiile lor se întîlnesc săptămîină de săptămîină de ani de zile. Cu toată curtoazia, cultura și gradul de instrucțiune pe care le reflectă această viață, din cauza rigidității ei, un mic orașel din Noua Anglie ar părea prin comparație un sanctuar al libertății sociale.

Pe vremea aceea, Universitatea din Nancy era mai puțin păgubită decît altele de centralizarea vieții la Paris. De atunci, Schwartz a plecat în capitală, după tiparul obișnuit al carierelor universitare franceze. Însă, pe timpul vizitei mele, Nancy era un centru excelent pentru tinerii matematicieni veniți din alte țări care voiau să vadă universitatea franceză sub latura ei cea mai bună și voiau să cunoască oameni tineri în deplinătatea vigoarei lor și pe cale de a face carieră. În prezent, unele semne arată că universitatea recade într-un fel de apatie provincială obișnuită în Franța.

Colocviul a avut un mare succes și am colaborat cu toții foarte bine. Am revenit la Paris. După ce am lucrat cîteva zile cu Bouligand și am început să scriem un articol în comun, am avut unele consultații cu Freymann. Apoi am plecat în Anglia unde am făcut un popas scurt înainte de a lua vaporul la Southampton. Cred că în această a doua vizită am fost din nou la Oxford și m-am dus chiar mai la vest, la Bristol, unde m-am întîlnit cu Grey Walter, care mi-a arătat o lucrare extrem de interesantă în domeniul electroencefalografiei.

În Anglia, Richard Caton studiasse electroencefalografii ale animalelor încă în 1875, dar primele observații ale anumitor potențiale electrice care se distribuie pe craniul uman le-a făcut un german, Hans Berger. Potențialele observate de el își au originea în activitatea electrochimică a creierului și variază în raport cu unele dezordini neuronice și mentale, dar aceste variații nu sînt lesne descifrabile. La început

au existat mari speranțe că aceste fenomene ar constitui o modalitate de acces la fiziologia creierului și, de fapt, în cazurile de epilepsie și de pericol de epilepsie, ele au arătat într-adevăr anumite caracteristici lizibile.

În afară de acestea, nu există anumite regularități ale undelor cerebrale care pot fi observate în condiții coresponzătoare. Dintre acestea, cea mai remarcabilă și mai consistentă este așa-numitul ritm alpha, care este o oscilație avînd o perioadă de aproximativ o zecime de secundă.

Arta de a citi asemenea oscilații neregulate nu este ușoară și, în mare parte, conținutul lor nu este accesibil cu ochiul liber. După cum am mai spus într-un capitol anterior, cînd m-am referit la experiențele mele în domeniul fiziologiei împreună cu Arturo Rosenbluet¹⁾, am pus recent la punct un aparat matematic care permite observatorului să studieze cu mult mai mare precizie undele cerebrale. Acum această lucrare este pe cale de a fi terminată de către oamenii de știință de la M.I.T. și de la Massachusetts General Hospital.

Deși american de origine, dr. Gray Walter a trăit mult timp în Europa și poate fi considerat drept unul din liderii cercetărilor europene în materie de electroencefalografie, adică studiul undelor cerebrale. Este un om plin de entuziasm și energie și a inventat un dispozitiv cu ajutorul căruia se poate obține un tablou cuprinzător al undelor din diferitele regiuni ale creierului. Acest tablou este interesant și va fi fără îndoială util pentru studiul fiziologiei normale a creierului și diagnoza dereglărilor sale. Însă el este mai sinoptic și mai puțin exact în amănunte matematice decît instrumentul pe care-l folosim noi în cercetările noastre. De fapt, felul în care Walter abordează știința este mai apropiat de felul de a fi al unui grafician decît de cel al unui matematician.

Cam în aceeași vreme cu mine, Walter începu să observe analogiile dintre feedback-ul în mașină și feedback-ul sistemului nervos uman și să construiască mecanisme care să reproducă unele elemente ale comportamentului animalelor. Eu lucram la un „Fluture

de noapte“ care să zboare automat la lumină. Automatele lui Walter au fost denumite „Broaște țestoase“ și aveau un repertoriu de conduite mai complicat. Ele posedau un dispozitiv cu ajutorul căruia puteau să evite ciocnirile și un altul care, atunci când le era „foame“ (adică atunci când bateriile le erau epuizate), putea să le dirijeze într-un fel de coteț unde se puteau alimenta cu electricitate.

M-am întors acasă de la Southampton pe un vas olandez, același cu care venisem. În cursul ambelor călătorii, o mare parte din pasageri erau țărani olandezi care emigraseră în Statele Unite, mulți dintre ei stabilindu-se în statul Michigan în jurul orașului Grand Rapids. Majoritatea proveneau din familii de fermieri și aveau acea severă educație religioasă calvinistă care se întâlnește atât de des în Olanda. Fuseseră acasă după război pentru a se întâlni pentru prima dată cu compatrioții lor care suferiseră mult în timpul războiului și au jucat un rol important în refacerea țării. Mă tem că am pierdut mult din stima lor înjurînd o dată sau de două ori în limba olandeză ; s-au cutremurat cum nu văzusem niciodată pe fermierii din Noua Anglie.

Cînd acești oameni puri, simpli, demni și respectabili intrau în salonul de fumat și consumau un pahar sau două de gin olandez scos de la cingătoare, porneau să cînte vechile cîntece olandeze, ba chiar începeau să danseze în vechea manieră olandeză, așa cum se vede în picturile lui Jan Sten, Adriaen Brouwer și Brueghel cel Bătrîn. Veșmintele se modificaseră, dar fețele acestor femei potolite și acestor bărbați viguroși nu se schimbaseră de loc, ba chiar unele cîntece — și presupun că și unele dansuri — datau din secolul al XVII-lea.

Cînd am revenit în Statele Unite, am constatat că trebuie să-mi reiau munca în Mexic. Fiica mea Barbara nu prea știa cum să-și petreacă vara, așa că am luat-o cu mine. Am lucrat neurofiziologie cu Arturo Rosenblueth și am continuat să trăiesc printre aceleași persoane și cam în același fel ca și în vizitele mele anterioare. Ne-am instalat, Barbara și cu mine, iar mai tîrziu Margaret, care veni după noi, într-un

apartament dintr-un bloc construit într-un cartier nou, pe locul fostului hipodrom. Aveam parte de o bucată din grădina de pe acoperiș, de unde puteam contempla zăpezile de pe Popocatepetl și Iztaccihuatl. O pereche de tineri americani ocupau un alt apartament în aceeași clădire. Soțul lucra și el la Institutul de cardiologie și obișnuiam să discutăm împreună cartea de teorie a predicției și comandă automată pe care i-o promiseseam lui Freymann.

Lucram din greu la această carte, dar primul lucru care m-a încurcat a fost faptul că nu știam ce titlu să aleg și cum să denumesc materia. La început am căutat un cuvânt grecesc care să însemne mesager, dar singurul pe care-l cunoșteam era *angelos*, care pentru noi are semnificația specifică de „înger“, mesager al lui Dumnezeu. Cuvântul intrase în uz într-un anumit sens și nu putea să-mi dea un context corect. Atunci am căutat un cuvânt convenabil din domeniul comenzi. Singurul la care m-am putut gândi era cuvântul grecesc *kubernētēs*, care înseamnă cîrmaci. Am hotărît că, întrucît cuvântul pe care-l căutam urma să fie utilizat în engleză, trebuie să țin seama de pronunțarea engleză a cuvîntului grecesc și așa am ajuns la denumirea de *cybernetics* — cibernetică. Mai târziu am aflat că, în Franța, încă la începutul secolului al XIX-lea fizicianul Ampère folosisese același cuvînt în sens sociologic; dar pe atunci nu știam aceasta.

Ceea ce pleda pentru termenul de *cibernetică* era faptul că era cel mai bun cuvînt prin care eram în stare să exprim arta și știința comenzi în toate domeniile în care această noțiune este aplicată. Cu mulți ani înainte, Vannevar Bush îmi spusese că trebuie găsite noi instrumente științifice pentru abordarea noilor teorii cu privire la conducere și organizare. Pînă la urmă am început să caut asemenea instrumente în domeniul comunicațiilor. Lucrările mele anterioare de teorie a probabilităților, așa cum sînt exemplificate în cercetările mele asupra mișcării browniene, m-au convins că o idee semnificativă cu privire la organizare nu se poate obține într-o lume în care totul este necesar și nimic nu este întîmplător. O asemenea lume rigidă este organizată doar în sensul în care este or-

ganizat un pod, în care toate piesele sînt legate rigid. Fiecare element depinde de oricare altul și nu se poate spune că o parte a structurii podului este mai importantă decît alta. Rezultatul este că la un asemenea pod nu se pot localiza tensiunile și, dacă podul nu este făcut în întregime din material care poate ceda și restabili tensiunile interioare, tensiunile vor fi aproape sigur alît de concentrate, încît într-un loc sau altul podul se va rupe sau se va năruî.

De fapt, un pod sau o clădire pot să facă față sarcinilor fiindcă nu sînt total rigide. Tot astfel o organizație poate exista numai dacă părțile ei pot să reacționeze într-o măsură mai mare sau mai mică la sistemele de tensiuni interne. Trebuie să considerăm organizația ca ceva care posedă o interdependență între diferitele porțiuni organizate, dar o interdependență de diferite grade. Anumite interdependențe interne trebuie să fie mai importante decît altele, ceea ce revine la a spune că interdependența internă nu este totală și că determinarea anumitor cantități ale sistemului lasă altora posibilitatea de a varia. Această variație de la caz la caz este statistică și numai o teorie statistică are suficientă libertate pentru a da noțiunii de organizare o semnificație rațională.

Am fost nevoit să revin la lucrările lui Willard Gibbs și la concepția că lumea nu este un fenomen izolat, ci unul dintre numeroasele fenomene posibile avînd o anumită distribuție a probabilităților. Am fost forțat să consider cauzalitatea ca ceva care poate să fie mai mare sau mai mic, iar nu ca ceva care ori este, ori nu este.

Baza ideilor mele în cibernetică se află în întregime în problemele de care m-am ocupat în lucrările anterioare. Deoarece mă interesam de teoria comunicațiilor, am fost obligat să examinez teoria informației și mai ales acea informație parțială pe care cunoașterea unei părți a sistemului ne-o oferă despre restul sistemului. Deoarece studiasem analiza armonică și îmi dădeam seama că problema spectrelor continue trimite la examinarea funcțiilor și curbelor prea neregulate pentru a intra în repertoriul clasic al ana-

lizei, am adoptat o nouă atitudine față de ceea ce este neregulat și o nouă concepție cu privire la neregularitatea esențială a universului. Deoarece lucrasem în cea mai strînsă legătură posibilă cu fizicieni și ingineri, știam că datele noastre nu pot fi niciodată precise. Deoarece avusesem un anumit contact cu mecanismul complicat al sistemului nervos, știam că lumea din jurul nostru ne este accesibilă doar prin intermediul sistemului nervos și că informația cu privire la ea este limitată de ceea ce poate transmite sistemul nervos.

Nu este o coincidență faptul că primul meu eseu filozofic, scris pe cînd eram elev și nu aveam încă unsprezece ani, se numea „Teoria ignoranței”. Chiar de pe atunci eram izbit de imposibilitatea de a crea o teorie de o consecvență ideală cu ajutorul unui mecanism atît de imperfect ca rațiunea umană. Nici cînd am studiat cu Bertrand Russell nu am putut să mă conving să cred în existența unei mulțimi închise de postulate pentru întreaga logică, care nu lasă loc pentru arbitrarium în sistemul astfel definit. Atunci, fără a dispune de tehnica superbă a lui Gödel am întrevăzut ceva din critica ideilor lui Russell efectuată mai tîrziu de acesta și de adepții săi care au creat o bază reală pentru negarea existenței unei logici unice închise în sine, rezultînd pe o cale închisă și rigidă dintr-un corp de reguli inițiale.

Pentru mine, logica și învățarea și întreaga activitate mentală au fost întotdeauna incomprehensibile ca tablou complet și închis și le puteam înțelege numai ca un proces prin care omul se raportează la mediul său. Semnificativă este bătălia pentru a învăța, nicidecum victoria. Orice victorie care este absolută este urmată de îndată de un amurg al zeilor, în care însăși noțiunea de victorie se dizolvă în momentul în care este atinsă.

Noi înotăm în amonte împotriva unui mare torent de dezorganizare care tinde să reducă toate la echilibru și uniformitate, la moartea termică descrisă de legea a doua a termodinamicii. Ceea ce Maxwell, Boltzmann și Gibbs înțeleg prin moarte termică în fizică își are un corespondent în etica lui Kierke-

gaard, care a arătat că noi trăim într-un univers moral haotic. În acest univers, obligația noastră principală este de a introduce enclave arbitrare de ordine și sistem. Aceste enclave nu vor rămîne aici la nesfîrșit după ce le vom fi stabilit. Ca și Regina roșie¹, nu putem rămîne acolo unde ne aflăm decît dacă fugim cît de repede putem.

Noi nu luptăm pentru o victorie definitivă într-un viitor nedefinit. Cea mai mare victorie posibilă constă în a fi, a continua să fii și a fi fost. Nici o înfrîngere nu ne poate priva de succesul de a fi existat într-un anumit moment de timp într-un univers căruia îi sîntem indiferenți.

Această atitudine nu înseamnă defetism, ci mai curînd simțul tragediei care domnește în lume, o lume în care necesitatea este reprezentată prin dispariția inevitabilă a diferențierii. Declararea propriei noastre naturi și încercarea de a construi o enclavă de organizare în fața tendinței de dezordine care precumpănește în natură este o insolență împotriva zeilor și a necesității de fier pe care o impun ei. Aici este tragedia, dar tot aici rezidă și gloria.

Acestea erau ideile pe care voiam să le sintetizez în cartea mea despre cibernetică. Primele mele scopuri erau foarte concrete și limitate. Voiam să elaborez o expunere despre noua teorie a informației, care fusese dezvoltată de Shannon și mine, și despre noua teorie a predicției, care-și avea rădăcinile în lucrarea antebelică a lui Kolmogorov și în cercetările mele asupra predictorilor pentru artileria antiaeriană. Doream să atrag atenția unui public mai larg decît cel care putuse să citească lucrarea mea denumită „volumul galben” asupra legăturilor dintre aceste idei și să-i indic o nouă abordare a tehnicii comunicațiilor care să fie în primul rînd statistică. Doream de asemenea să avertizez acest public mai larg asupra lungului șir de analogii dintre sistemul nervos uman și mașina de calcul și comandă care ne-a inspirat lui Rosen-

¹ Personaj din cartea lui L. Carrol *Alice în țara de dincolo de oglindă*. În țara cîrmuită de Regina roșie Pămîntul se învîrtește atît de repede, încît numai fugind cu aceeași viteză în direcția contrară poți sta pe loc. — *Nota trad.*

blueth și mie lucrarea noastră comună. Totuși nu puteam porni la realizarea acestei sarcini multiple fără un inventar intelectual al resurselor mele. Aproape de la bun început mi-a devenit clar că aceste noi concepții asupra comunicațiilor și comenzii implică o nouă interpretare a omului, a cunoașterii de către om a universului și a societății.

Comunicațiile nu sînt nicidecum un privilegiu al omenirii, căci le găsim într-o măsură diferită la mamifere, păsări, furnici și albine, cel puțin la acestea ; dar oricare ar fi comunicația cuprinsă în strigătele și dansurile nupțiale ale păsărilor, în dansul mut cu care o albină indică familiei sale direcția și distanța la care se află sursele de miere și toate celelalte moduri de comunicație pe care abia acum începem să le înțelegem, totuși limbajul omului este mai dezvoltat și mai flexibil decît cel al animalelor și prezintă probleme de un gen cu totul diferit.

În afară de evidenta multiplicitate a limbilor și întinsa posibilitate a limbajului individual ca mod de exprimare, vastele domenii ale creierului care par să fie destinate diferitelor aspecte ale vorbirii și auzirii, citirii și scrierii atestă importanța covîrșitoare pentru om a unor metode de comunicare foarte dezvoltate.

A comunica cu lumea din afară înseamnă a primi mesaje de la ea și a-i expedia mesaje. Pe de o parte, aceasta înseamnă a observa, a experimenta și a învăța, iar pe de altă parte a ne exercita influența asupra lumii din afară, astfel încît acțiunile noastre să devină subordonate unui scop și eficiente. De fapt, experimentarea este o formă de conversație bilaterală cu lumea exterioară în cadrul căreia folosim comenzi de pornire pentru a determina condițiile apariției observațiilor și, în același timp, utilizăm apariția observațiilor pentru a spori eficiența comenzilor noastre.

Comunicația este cimentul societății. Societatea nu constă numai dintr-un număr de indivizi care se întîlnesc pentru a se certa sau de dragul procreării, ci este o interacțiune internă a acestor indivizi înăuntrul unui organism mai mare. Societatea are propria ei memorie, cu mult mai durabilă și cu mult mai variată

decît memoria vreunuia dintre indivizii care o alcătuiesc. În acele societăți care au avut suficient noroc pentru a poseda o bună scriere, o mare parte a acestei tradiții comune este păstrată în scris, dar există societăți care fără scriere au păstrat o întreagă tradiție sub forma unei tehnici de memorizare rituală în cîntecele și povestirile triburilor.

Sociologia și antropologia sînt în primul rînd științe ale comunicației și, prin urmare, intră în cîmpul general al ciberneticii. Ramura specială a sociologiei cunoscută sub numele de economie și care se distinge prin folosirea unor măsurători numerice mai bune a valorilor sale decît restul sociologiei este o ramură a ciberneticii în virtutea caracterului cibernetic al sociologiei înseși. Toate aceste domenii participă la ideologia generală a ciberneticii, chiar dacă multe dintre ele sînt încă insuficient de precise în tehnicile lor numerice pentru a merita dezvoltarea unui larg aparat matematic.

În afară de funcția sa în aceste științe deja existente, cibernetica nu poate să nu influențeze filozofia științei în special în domeniul metodei științifice și al epistemologiei, adică al teoriei cunoașterii. În primul rînd, punctul de vedere statistic atît de manifest în cibernetică și în cercetările mele anterioare ne silește să adoptăm o nouă atitudine față de ordine sau regularitate. Informația perfectă nu are în ea nimic care să poată fi măsurabil, iar informația măsurabilă nu poate fi considerată ca perfectă. Dacă putem măsura gradele de cauzalitate (iar multe dintre lucrările mele asupra teoriei informației au indicat că aceasta este o țintă perfect posibilă), apoi aceasta se poate înîmpla numai pentru că universul nu este o structură perfect rigidă, ci una în care, în diferite zone, sînt posibile mici variații. Putem atunci observa cît de mult o schimbare a unui aspect al universului va determina schimbări ale altor aspecte.

Astfel, din punctul de vedere al ciberneticii, lumea este un organism care nici nu este atît de rigid încheiat, încît să nu poată fi schimbat în unele aspecte fără a-și pierde identitatea în toate aspectele, nici nu este atît de slab încheiat, încît orice să se poată

întîmpla oricînd. Este o lume lipsită atît de rigiditatea modelului newtonian al fizicii, cît și de flexibilitatea amorfă a unei stări de entropie maximă sau moarte termică în care nu se poate întîmpla niciodată nimic realmente nou. Este o lume a proceselor, și nu una a unui echilibru final mort spre care duc procesele, după cum nu este nici determinată de la bun început în toate evenimentele sale printr-o armonie prestabilită ca aceea lui Leibniz.

Într-o asemenea lume, cunoașterea este în esență procesul cunoașterii. Nu are sens să căutăm o cunoaștere finală a stării asimptotice a universului la sfîrșitul timpului, căci această stare asimptotică (dacă există) este, după toate probabilitățile, lipsită de timp, de cunoaștere și de sens. Cunoașterea este un aspect al vieții pe care trebuie s-o interpretăm cît timp trăim, dacă în general ea poate fi interpretată. Viața este o interacțiune continuă între individ și mediul său și nicidecum un mod de a exista sub forma eternității.

Toate acestea reprezintă modalitatea în care cred că am fost capabil să adaug ceva pozitiv pesimismului lui Kierkegaard și al acelor scriitori care s-au inspirat din el. Printre aceștia, cei mai importanți sînt existențialiștii. Nu am înlocuit marasmul existenței printr-o filozofie optimistă ca a Polyannei¹, dar cel puțin m-am convins pe mine că premisele mele, care nu sînt prea îndepărtate de cele ale existențialismului, sînt compatibile cu o atitudine pozitivă față de univers și față de viața noastră în el.

Acestea sînt ideile principale la care reflectam pe cînd îmi scriam cartea despre cibernetică. Le-am discutat cu Arturo și cu fiziologul american care îmi era vecin de apartament. Am sperat cu toții că aceste idei vor duce la ceva, deși nici unul dintre noi, nici măcar eu, nu a avut cea mai vagă idee despre tulburarea pe care au provocat-o la apariția cărții.

Aveam unele scrupule pentru că cheltuiam mult timp care ar fi trebuit consacrat muncii mele comune

¹ Eroina unor romane ale scriitoarei Eleanor Porter (1868—1920), simbol al unui optimism nemărginit. — *Nota trad.*

cu Arturo. Această muncă trena întrucîtva dintr-o cauză pentru care nici Arturo și nici eu nu eram întru totul răspunzători. Arturo lucrează bine după-amiaza și seara, ajungînd în plină formă abia pe la trei sau patru după-amiază și putînd continua să lucreze mult după miezul nopții. Eu lucrez mai bine dimineața, cel mai bine de îndată ce mă trezesc și încep să obosesc pe la două după-amiază, fiind total incapabil de muncă creatoare după ce se întunecă. Rezultatul a fost că în colaborarea noastră au apărut multe goluri pe care nu le puteam umple decît întreprinzînd ceva singur și am făcut acest lucru scriind *Cibernetica*.

Lucrînd la această carte, am fost stimulat de anumite circumstanțe întîmplătoare care mă amenințau pe atunci și mă constrîngeau să-mi consacru energia acestei noi activități care a devenit baza carierei mele ulterioare. Din diferite părți curgeau note de plată, iar eu nu acumulasem averi cu care să le pot plăti. Am decis să fac ceea ce au făcut mulți alți scriitori ; pe măsura posibilului, să scriu atît cît este necesar pentru a ieși din această dificultate financiară. Ulterior, lucrurile s-au petrecut exact așa : deși scrierile mele nu m-au transformat într-un om bogat, *Cibernetica* reprezintă începutul bunăstării materiale de care mă bucur în prezent.

Între timp se apropia al doilea semestru al anului universitar la M.I.T., așa că trebuia să mă pregătesc pentru înapoiere în Statele Unite. Puțin înainte de înapoiere am terminat cartea și am trimis-o lui Freymann la Paris. Suflul meu a fost ușurat de o povară și cele cîteva zile care-mi mai rămăseseră le-am folosit pentru a pleca în Mexic, unde am vizitat Taxco și am petrecut multe ore plăcute cu amicii mei mexicani.

De cîteva ani mi se formau la ambii ochi cataracte care ajunseseră să mă stînjenească serios la lectură. Nu era nimic de făcut decît o intervenție pe cristalin. Firește, o operație la ochi este din punct de vedere emoțional, un lucru alarmant. Dar am avut destul noroc pentru a da de un oculist în care am avut o mare încredere și care a știut să mă pregătească sufle-

tește. Rezultatul a fost că operația mi s-a părut mai puțin dificilă decît mă așteptasem și că am fost pe deplin pregătit pentru intervenția la celălalt ochi atunci cînd a sosit timpul, precum și pentru seria de operații mai mici la ambii ochi care erau necesare pentru a-mi reda vederea în cea mai mare măsură posibilă.

Miopia și operațiile de cataractă s-au compensat oarecum reciproc. Rezultatul final este că acum văd la distanță fără ochelari mai bine decît oricînd înainte, iar la lectură vederea este de o calitate acceptabilă. Totuși, după aceste operații ochii mi-au devenit foarte sensibili atît la lumina excesivă, cît și la efort îndelungat. Aceasta m-a silit să-mi schimb deprinderile de lucru și, în unele privințe, să le schimb într-un fel care s-a dovedit foarte avantajos pentru mine.

Acum lucrez mai multă matematică pe tabla neagră decît pe hîrtie și aceasta mă scutește de necesitatea neplăcută de a privi cînd aproape, cînd la distanță ceea ce aş putea face doar cu ajutorul unor lentile bifocale sau trifocale. Mai mult, operațiile m-au determinat să renunț la deprinderea mea de a scrie cu mîna sau la mașina de scris și să folosesc serviciile unor secretare într-adevăr eficiente.

Simpla acțiune de a scrie a fost întotdeauna o treabă neplăcută pentru un om cu stîngăcia mea, iar antipatia mea pentru aceasta mi-a crispat scrisul și a introdus o anumită ilizibilitate în scrierile mele. Acum sînt liber de toate acestea și, după operațiile la ochi, am devenit un om de litere într-o măsură mult mai mare decît aş fi crezut vreodată că ar fi posibil.

Dintotdeauna am considerat literatura ca ceva care spune urechii cel puțin tot atît cît și ochiului. La aceasta a contribuit o întîmplare din copilărie, cînd, la vîrsta de opt ani mi s-a interzis timp de șase luni să citesc, iar tot ce învățam, învățam prin auz. Dictarea îl forțează pe autor să aibă o conștiință a sunctului ; aceasta îmi place foarte mult. Am o memorie bună și imposibilitatea de a face și de a păstra însemnări nu mă supără. Cînd intervine o idee pe care trebuie s-o inserez într-un manuscris, o dictez secre-

tare mele și ne gîndim împreună cum să facem legăturile.

Lucrez totul dictînd direct unei secretare ; am o repulsie pentru impersonalitatea dictafonului. O secretară care nu este o persoană instruită sau o persoană de gust nu ar putea face față exigențelor mele. Secretara mea trebuie să se priceapă să critice încontinuu ceea ce dictez, prin observații și replici, dacă nu în alt fel. Astfel, se stabilește ceea ce în vocabularul meu cibernetic aș numi un proces de feedback, pe care îl folosesc pe deplin.

În plus, în timp ce dictez, intervin lungi pauze care îmi permit să mă gîndesc la ceea ce mai am de spus și în cursul cărora ar fi greu să-mi amintesc că afurisitul de cilindru al dictafonului trebuie oprit, urmînd apoi să-i dau drumul din nou.

Am arătat manuscrisul cărții mele de cibernetică conducătorilor M.I.T. și în special funcționarilor de la „Technology Press“. I-a interesat mult și m-au asigurat că vor găsi o posibilitate de a publica cartea în America.

Dintr-un punct de vedere, aceasta nu era greu, căci scrisesem cartea în engleză, deși ea urma să apară într-o colecție franceză. Dar, întrucît îi cedasem deja lui Freymann drepturile asupra cărții (pe care el o acceptase de îndată ce o primise), trebuiau rezolvate complicații atît de ordin legal, cît și de ordin moral înainte de a putea folosi matrițele pentru tipărirea la ofset a unei ediții americane.

Pîna la urmă, toate acestea au fost rezolvate și editurile „Technology Press“ și „John Wiley and Sons“ au trecut la scoaterea cărții. De altfel, aceleași edituri retipăreau în colaborare lucrarea mea denumită „volumul galben“.

Freyman nu dădea o prea mare însemnătate comercială lucrării *Cibernetica* și, de fapt, nimeni de ambele părți ale Oceanului nu-i acorda o asemenea însemnătate. Cînd ea a devenit un bestseller științific, am fost uimiți cu toții, și eu cel mai mult.

Această carte m-a transformat dintr-o dată dintr-un om de știință activ, care în domeniul său se bucură de o reputație bună, dar limitată, într-un

fel de celebritate. Lucrul era plăcut, dar avea și dezavantajele sale, deoarece de acum înainte eram obligat să lucrez cu cele mai variate grupuri științifice și să particip la o mișcare care creștea rapid, depășind posibilitățile mele de a o conduce.

Cibernetica era o nouă expunere a unor materii despre care înainte nu scrisesem niciodată cu autoritate și, în același timp, o sinteză a ideilor mele. Cartea s-a tipărit într-o formă foarte nesatisfăcătoare, deoarece corecturile s-au făcut într-o perioadă în care nu mă puteam servi de ochii mei, iar tinerii asistenți care ar fi trebuit să mă ajute nu și-au luat răspunderea în serios.

După apariția cărții, care a avut parte de recenzii bune și, după cum am mai spus, de succesul de public cel mai neașteptat, am primit multe cereri de a scrie articole mai mult sau mai puțin populare și de a ține conferințe publice. Un timp m-am simțit flatat de invitațiile de a scrie și de a vorbi, care mi-au dat un nou și poate eronat simț al importanței mele.

De atunci am învățat că, dacă vreau să contribui în continuare la știință și dacă doresc să-mi mențin o sănătate cât de cât bună, trebuie să-mi conserv forțele. În general, oboseala rezultată de pe urma invitațiilor de a ține conferințe nu se compensează nici cu bani, nici cu prestigiul obținut. De asemenea, dintr-o amară experiență am aflat că un conferențiar trebuie să se apere de exploatare.

Din motive foarte asemănătoare nu răspund solicitărilor de a da consultații inginerilor. Într-un domeniu ca al meu, cel care solicită consultații este de obicei mult mai interesat de a-și asocia numele cu al meu decât de ideile pe care le-aș putea avea. Mai mult, chinul de a fi interogat de grupuri mari de ingineri și de a intra în contact cu un număr de străini care sînt interesați mai ales să mă stoarcă pînă la ultima picătură — în timp ce eu trebuie să mă arăt mereu amabil — este un chin pe care inchiziția a omis să-l adauge la repertoriul torturilor sale.

Între timp fiicele mele ajunseseră în jurul vîrstei de douăzeci de ani și se pregăteau pentru studii su-

perioare. Barbara a șovăit câțiva ani între o carieră științifică și ziaristică. La început a stat un an la Radcliffe, iar apoi a studiat cîtva timp la M.I.T. A făcut ziaristică la Universitatea din Boston, dar abia după căsătoria ei cu Gordon Raisbeck și-a completat studiile de ziaristică la Drew University, aproape de locuința lor din Morristown, New Jersey. Între timp a lucrat multă ziaristică științifică pentru „Science Service“ din Washington.

Peggy s-a înscris la Tufts College, școala unde mi-am făcut și euprimii ani de studii; a ales ca specialitate biochimia și, după ce și-a luat licența, a studiat cîtva timp ca doctorand la M.I.T., la Londra și la Universitatea din Boston. A lucrat un timp biologie experimentală pentru Fundația Worcester. Peggy s-a măritat scurt timp după aceea și lucrează acum la o firmă farmaceutică în nordul statului New Jersey.

Anibii mei gineri sînt ingineri la Bell Telephone Laboratories, unde fac o muncă matematică, precum și o alta legată de aplicații. Astfel, am și în familia mea un exemplu de ereditate specifică a matematicii despre care am mai vorbit: aptitudinea pentru matematică trece de la socru la ginere.

La începutul anului 1950 am primit invitația de a mă duce în Franța cu o bursă Fullbright și a ține prelegeri la Collège de France. Din partea francezilor oferta a făcut-o Mandelbrojt. Pînă la urmă am hotărît că nu pot acorda un an întreg acestei chestiuni și n-am plecat în Franța decît în decembrie.

Prietenii mei francezi mi-au găsit un hotel în Savoia, unde puteam să mă odihnesc înainte de a-mi începe grelele îndatoriri. Ele deveniseră grele deoarece trebuia să particip și la Congresul pentru mașinile de calcul rapide și automatizare care urma să aibă loc la Paris la începutul lunii ianuarie 1951.

După ce congresul s-a încheiat, m-am dus pentru cîteva săptămîni în Anglia și am stat la soții Haldane. În curînd veni acolo și Margaret împreună cu Peggy.

Margaret și cu mine ne-am întors imediat la Paris; ne-am instalat pentru cîteva săptămîni într-o

clădire aparținînd Observatorului din Paris și am fost de îndată antrenați în viața intelectuală și mondenă a colectivului de acolo.

Am avut bucurii de pe urma predării la Collège de France, unde eram tratat exact ca un om de-al casei. În fiecare zi în care țineam o prelegere — și aceste zile au fost în număr de douăzeci — intram într-o mică încăpere, mă gîndeam timp de cîteva minute la ceea ce aveam de spus, semnam condica și eram condus în amfiteatru de către un *appariteur* (om de serviciu al universității) care avea un picior de lemn. Prelegerile le țineam în franceză, făcînd apel la sală ori de cîte ori îmi lipsea un cuvînt.

Chiar din prima zi am întîlnit la prelegerile mele un vechi prieten. Era un medic francez care lucrase la Institutul național de cardiologie din Mexic și care mă îngrijise cînd avusesem un moment de extenuare. El a avut grijă de sănătatea mea în tot timpul șederii mele în Franța și ne-a invitat, pe soția mea și pe mine, la multe petreceri, foarte plăcute, acasă la el. De atunci el a vizitat America în cîteva rînduri și noi am avut ocazia de a ne revanșa pe propriul nostru teren.

Matematicienii m-au integrat cu adevărat în viața lor de familie. M-am întîlnit de multe ori cu bătrînul Hadamard și soția lui; amîndoi păreau a fi fără vîrstă, deși trecuseră de optzeci de ani. Fréchet și Bouligand au fost de asemenea amfitrionii noștri.

Am mai ținut conferințe și în alte părți, unele cu privire la chestiuni tehnice, în fața unui grup de la Ecole Supérieure de Télécommunications. Am ținut o prelegere de filozofie și într-o sală aflată în imediata vecinătate a apartamentului lui Sartre, însăși patria existențialismului. Am fost invitați și la un profesor de filozofie, unde am fost tratat ca o celebritate, în maniera specific franceză.

Am petrecut mult timp pălăvrăgind cu Freymann în încăperea din spatele librăriei sale, jucînd șah la „Bar Select“ de pe bulevardul Montparnasse sau amuzîndu-mă în alte localuri ale orașului. Noi am frecventat mult cinematografele și am început să

știm ceva mai multe despre bunele restaurante și cafenele ale Parisului.

Cu un an înainte scrisesem o altă carte pentru marele public. Era o expunere mai populară a ciberneticii, unde se punea accentul pe elementele sociale. Se numea *The Human Use of Human Beings* (Utilizarea umană a ființelor umane) și a fost publicată de Houghton Mifflin, apărînd în colecția „Anchor Books of Doubleday“. Acum încercam s-o plasez vreunui editor din Paris pentru a fi tradusă în franceză. În sfîrșit, am găsit un asemenea editor în persoana domnului Duèze de la „Editions des Deux Rives“.

Peggy ne-a vizitat de paști, și am făcut în familie o excursie la Nancy, unde am prezentat o comunicare. Laurent Schwartz și prietenii săi au fost tot atît de cordiali ca și data trecută. Franceza soției mele este mai bună decît a mea, iar Peggy a fost și ea în stare să ia parte la conversația noastră și la viața noastră mondenă.

Mai tîrziu, în primăvară, cînd prelegerile mele la Paris s-au încheiat, Margaret și cu mine am plecat la Madrid. În vara dinainte de ultima călătorie în Franța, la Cambridge, Massachusetts, avusese loc un congres mondial de matematică la care participasem și eu. Pe vremea aceea, spaniolii au fost foarte cordiali cu mine și am primit invitația de a ține conferințe la Madrid. Am obiectat că s-ar putea ca vederile mele să nu placă atunci cînd își vor da seama de ceea ce reprezintă ele, însă spaniolii n-au ținut seama de avertismentul meu.

Am acceptat invitația lor. Între timp, amfitrionul meu citise unele din scrierile mele și a decis că vederile mele sînt de un liberalism periculos pentru a fi prezentate într-o țară totalitară. Deși vorbesc spaniola tot așa de bine ca franceza, el mi-a cerut să-mi țin prelegerile în limba franceză, după cîte cred eu acum, pentru ca publicul care mă înțelege să fie mai restrîns. M-a rugat să vorbesc numai despre inginerie și matematică și să nu ating deloc probleme de politică, filozofie sau biologie.

Am fost instalați într-un hotel excelent și am avut parte de ospitalitatea cea mai splendidă, dar tot timpul

am avut sentimentul de a fi izolați de țară și de a fi ținuiți departe de ceea ce se întâmpla acolo. Cunos-cînd spaniola și avînd experiență de călător, această ignoranță nu putea fi menținută, căci eu obișnuiam să mă plimb în parcul din apropiere și să stau de vorbă cu oamenii de acolo, iar Margaret și cu mine am făcut o călătorie cu trenul la Escorial. Cînd am-fitrionul nostru a văzut că am eludat astfel supra-vegherea sa, a fost foarte supărat, dar el s-a supărat și mai mult cînd un prieten spaniol s-a oferit să ne ducă cu mașina la Sevilla.

Astfel am fost fericiți să părăsim această țară și să revenim la viața liberă din Franța. O parte a va-canței am petrecut-o în minunatul orășel basc St. Juan-de-Luz, apoi am revenit cu toată seriozitatea la o treabă pe care o începusem în America și am con-tinuat-o la Paris și Mădrid; scriam primul volum din această autobiografie, care a apărut sub titlul *Am fost un copil-minune*. Am trecut printr-o mare în-cordare emoțională re trăind experiențele grele din anii cînd am fost un copil-minune, dar relatarea lor în scris a fost cel mai bun gen de psihoterapie.

Am avut unele dificultăți pentru a găsi bilete de întoarcere și am revenit la Paris pentru a rezolva aceste lucruri, ca și alte chestiuni importante. Ne-am instalat într-un încîntător hotel de pe malul stîng al Senei, lîngă biserica St. Germain. Apoi ne-am în-tors în Savoia, unde am stat pînă ce am avut posibi-litatea de a ne reîntoarce în Statele Unite. Unul dintre medicii din orășelul savoiard unde am stat era tatăl doctorului prieten din Paris. Către sfîrșitul șederii noastre în Savoia, surmenajul de pe urma conferin-țelor și scrisului m-a doborît la pat cu o durere de cap chinuitoare și cîțva timp a trebuit să mă internez la Spitalul cantonal din Geneva. Între timp, priete-nul meu din Paris i-a scris tatălui său, propunînd un tratament efica-ce și cu ajutorul acestuia m-am resta-bilit curînd. Dar și așa călătoria noastră pe vas spre Genova a fost în mare măsură o tortură și, atunci cînd am ajuns în port, am fost predat în grija medi-cului vasului. El a continuat tratamentul și, cînd am

ajuns acasă, eram destul de sănătos, deși obosit de moarte.

Soția mea și cu mine am plecat aproape îndată în Mexic, unde universitatea își celebra a patru suta aniversare. Cu acest prilej s-au acordat titluri onorifice și am primit și eu unul. Festivitățile mexicane sînt de obicei încărcate la maximum și cele două săptămîni de ceremonii, deși încîntătoare, m-au epuizat. Am continuat să lucrez cu Arturo pînă la înapoierea mea în Statele Unite, în ianuarie 1952.

Încă înainte de aceasta, matematicienii din India începuseră tratativele cu mine pentru ca să vizitez India și să țin conferințe acolo. Dar abia în anul 1953 de crăciun am avut sentimentul că am dreptul să plec acolo.

INDIA. 1953

În decembrie 1953 am început un turneu de conferințe de șapte săptămîni în India ca invitat al guvernului Indiei și al unui grup de instituții subvenționate de guvern. Prilejul pentru turneu a fost Congresul științific panindian de la Hyderabad. Turneul fusese pus în discuție mai de demult, tratativele au trenat cîțiva ani, deoarece nu era ușor să se pună de acord diferitele pretenții ale guvernului Indiei și ale mele privind momentul și natura însăși a turneului. Nu înclinam să întreprind singur acest turneu, fără a avea protecția și sprijinul scumpei mele soții; dar era evident că nu puteam cere acest lucru dacă șederea mea urma să fie scurtă, și pe atunci era practic imposibil ca eu să propun o ședere mai lungă.

Însă chiar de la începutul anului 1953 a devenit clar că, după toate probabilitățile, voi putea dispune de șase sau șapte săptămîni pentru un turneu în India. Sănătatea mea, care fusese serios zdruncinată după încercările grele care au urmat recentelor mele succese, se îndreptase suficient, astfel încît, respectînd un program rezonabil, să pot suporta această călătorie. În plus, fiica mea Peggy era pe punctul de a se logodi cu un tînăr inginer și prieten de colegiu, John Blake. De fapt, logodna fusese anunțată la începutul semestrului de toamnă al anului 1953. Soția mea trebuia să rămînă deci în Statele Unite pentru a se ocupa cu numeroasele pregătiri de nuntă. Pe de

altă parte, în această perioadă plăcută de pregătiri prezența mea acasă ar fi fost mai mult sau mai puțin de prisos. Am semnat contractul și am plecat din Statele Unite la 19 decembrie, urmînd să revin cu o săptămîină înainte de nunta fiicei mele, care era fixată pentru 20 februarie.

Ca și în cazul experiențelor mele anterioare în China și Mexic, călătoria mea în India era motivată prin ceva mai mult decît neastîmpăr sau vană curiozitate. Tot mai mulți autori din India publicau articole în revistele noastre de știință și noi aveam tot mai multă nevoie ca Orientul să completeze Occidentul, care, după cele două războaie mondiale, manifesta o slăbiciune intelectuală și morală. Eram încîntat de prilejul ce mi se oferea de a vedea un nou detașament al vieții științifice internaționale și de a respira atmosfera lui.

Eram întrucîtva pregătit pentru voiajul meu în India datorită călătoriilor anterioare în străinătate. Vizitele mele în China și Japonia mi-au oferit o anumită cunoaștere a Orientului și a problemelor deosebite ale țărilor care îmbină o mare capacitate intelectuală cu o mare sărăcie și care încep acum să intre în etapa unei adevărate vieți științifice internaționale. Pe de altă parte, Mexicul, cu care mă familiarizasem pe deplin în cursul ultimului deceniu, îmbină unele din aceste probleme cu cele care țin de clima tropicală. Am cunoscut mulți studenți și colegi din India atît în Statele Unite, cît și în Anglia. Acești oameni, dintre care pe mulți aveam să-i revăd în India, m-au ajutat să-mi fac o idee de ansamblu despre chestiunile specifice ale Indiei, în special despre puternicul sentiment religios care stă la baza vieții din India.

Am luat avionul de la Boston spre Paris în după-amiaza zilei de 19 decembrie. Nu sînt un entuziast al călătoriilor cu avionul. Drumul este prea scurt pentru a încuraja contacte noi sau pentru a permite o pregătire spirituală în vederea unei experiențe noi și intense.

Aeroportul de la Paris era în grevă, așa că nu eram siguri unde aveam să aterizăm. De fapt, abia după o aterizare neprevăzută la Shannon am aflat că vom

părăsi avionul la Bruxelles. În sfârșit, am aflat că la Paris vom ajunge cu un autobuz special, și nu cu avionul. Ore îndelungate am călătorit prin Belgia și am trecut frontiera în aceeași zi. Sosind după lăsarea nopții la Gara Invalizilor din Paris, am aflat că voiajul meu mai departe prin intermediul Companiei Air India era încă nerezolvat din cauza grevei.

Cele trei zile pe care le-am petrecut la Paris în urma acestui fapt au constituit o îmbinare plăcută de vizite la prieteni, conferințe improvizate și contacte cu editori și colegi de ai mei. Am aflat cu plăcere că o mică sumă mă aștepta la Hermann et Co. în urma acumulării drepturilor de autor pentru exemplarele vândute, lucru despre care nici nu știam că există. Bietul Freymann, care mi-a comunicat această știre plăcută a murit curînd după vizita mea în urma unui atac de apoplexie.

Am aflat că voi putea părăsi Parisul în noaptea spre 23 pentru Geneva, de unde avionul urma să mă ducă în India. Ajunul crăciunului l-am petrecut la Geneva împreună cu un neurolog cu care mai avusesem prilejul să mă întîlnesc de multe ori și pe care familia mea îl cunoștea foarte bine.

Cînd ieși loc într-un avion al Companiei Air India, intri în India, deși mai ești în Elveția. Piloții erau indieni — în majoritate parși —, ca și cele două stewardese. Ca totdeauna în Orient, servitorii erau mai numeroși decît era nevoie, iar mîncărurile erau pregătite în mod special pentru a satisface orice fel de cerințe religioase sau dietetice ale pasagerilor. De îndată ce am anunțat că sînt vegetarian, am constatat că am nimerit într-o situație ideală.

Am aterizat la Bombay, unde am reușit să trec repede pe la controlul vamal și controlul imigranților cu ajutorul secretarului Comisiei indiene pentru energia atomică, însărcinat să aibă grijă de mine și de ceilalți oameni de știință străini care urmau să participe la Congresul științific panindian. De la bun început secretarul și cu mine am simțit o simpatie reciprocă și el m-a invitat pe plaja de la Juhu pentru a bea ceai sub palmieri, împreună cu el și soția sa. Primirea cordială de care m-am bucurat de îndată ce am pus

piciorul pe pământul indian a continuat de-a lungul întregii mele șederi în această țară.

După ce m-am instalat la „Taj Mahal Hotel“, o combinație fascinantă de Est și Vest, m-am dus în ziua următoare la punerea pietrei de temelie a noului institut de energie atomică ce urma să fie înălțat pe teritoriul militar de lângă port. A fost prezent un grup de personalități marcante, printre care și Nehru însuși, care a ținut o cuvîntare scurtă și strălucită. Printre invitați se afla și cardinalul de India, un domn înalt, originar din Goa, reprezentînd vechea tradiție religioasă portugheză în India. Această tradiție creștină, ca și vechea tradiție creștină de rit sirian din sud, este adesea ignorată de străini sau, în orice caz, nu suficient accentuată. De fapt, portughezii au în India o vechime mai mare decît Marii Mogoli. În ciuda faptului că Goa nu face parte în prezent din India¹ (cel puțin acum, la data la care scriu), locuitori din Goa se găsesc peste tot în India, în special pe lângă Bombay. Ei se consideră un element autentic indian. Am avut plăcerea de a întîlni ofițeri originari din Goa atît în armată, cît și în marină și era cît se poate de clar că ei se considerau și erau considerați de către ceilalți ca adevărați indieni. Un alt amănunt care m-a izbit a fost faptul că la ceremonia punerii pietrei fundamentale s-a vorbit în limba engleză. Engleza rămîne una dintre limbile principale ale Indiei, deși există o puternică mișcare a oamenilor politici care urmărește s-o înlocuiască fie cu limba hindi, fie cu limbile locale, limitînd învătămîntul în engleză doar la persoanele care cel puțin parțial au o origine engleză.

Aceștia din urmă, anglo-indienii, constituie un element al populației mai vechi și mai important decît ar înclina mulți să creadă, iar acum ei trec prin vremuri grele datorită necesității de a se considera drept indieni și a fi admiși ca atare de către ceilalți indieni. De fapt, nu încapе îndoială că acesta este pentru dînșii singurul viitor real.

Doamnele anglo-indiene, ca și doamnele parse și

¹ Din 1962 Goa a fost reintegrat în India. — *Nota trad.*

creștine din regiunile de sud se angajează ca stewardese în aviație pe motivul foarte special că acest serviciu implică purtarea de haine europene, iar îmbrăcămintea europeană pentru femei este privită cu prea puțină aprobare atît de hinduși, cît și de musulmani.

Pentru ofițerii de toate rangurile din armată și aviație și într-o anumită măsură și pentru întregul corp al marinei, engleza este singura limbă acceptabilă. Aceasta rezultă mai cu seamă din natura tehnică a războiului modern și din lipsa unui vocabular și a unei exprimări tehnice adecvate în limbile locale, care, de fapt, în această privință sînt nevoite să împrumute mult din engleză. Engleza rămîne limba științei indiene în toate ramurile ei și, deși există un efort de a o înlătura în viitor, înlocuind-o cu limba hindi, deocamdată este prea devreme pentru a spune cît de reușită va fi această încercare.

Dominația engleză în India a durat aproape tot atît de mult ca și aceea a Marilor Mogoli, care a precedat-o, iar efectele ei nu au fost trecătoare. Este, bineînțeles, la modă ca indienii patrioți să pună accentul mai mult pe propria lor istorie, și nu pe cea a englezilor. Despre răscoala șipailor se scrie ca despre un război pentru independență. Totuși, adîncă ură pentru Anglia care a caracterizat în mare parte prima jumătate a veacului nostru s-a potolit în mare măsură.

Am fost deosebit de frapat de rolul limbii engleze în sud. Prieteni indieni care nu sînt mari anglofili mi-au spus că la Madras 95% din toate clasele populației înțeleg engleza și o vorbesc acceptabil. Aceasta se datorează probabil faptului că tamila este o limbă foarte grea și nu trece în mod curent dincolo de propria ei regiune, iar limba hindi este pentru un tamil tot atît de străină și de dificilă cum ar fi engleza.

Persoane care vorbesc tamila se pot găsi în toate regiunile Indiei. Tamilii sînt capabili și îi caracterizează disciplina intelectuală dar sînt mai mult decît înclinați să facă uz de engleză ca de un vehicul obișnuit de comunicare cu prietenii lor indieni din nord.

După punerea pietrei fundamentale a institutului

m-am dus la o recepție unde Nehru era invitatul principal și am avut ocazia să constat și să observ uriașul respect și chiar venerația cu care el este privit. Părea obosit și bolnăvicios, dar am auzit că are mari resurse de energie. Atît India, cît și dînsul vor avea nevoie de ele, căci în Partidul Congresului, al cărui lider este, se pare că nu există un om de o anvergură măcar apropiată de a lui care să-l poată secunda.

În ziua următoare am plecat cu avionul la Ahmedabad. Am fost trimis acolo pentru a participa la sesiunea Academiei indiene de științe. Aici figura principală era Sir C.V. Raman, fizician și laureat al Premiului Nobel.

Am fost invitatul personal al profesorului Vikram Sarabhai, fizician, care s-a dovedit a fi un bun prieten al prietenilor mei, soții Vallarta. Aceștia fuseseră invitați aici cu puțin înaintea mea. Doamna Sarabhai este o binecunoscută dansatoare în stil clasic indian și întreține la dînsa acasă o trupă de dansatori și muzicanți. Am văzut un spectacol al ei cu această trupă în Mexic cu prilejul aniversării a 400 de ani de la întemeierea universității.

Deoarece aveam prieteni comuni, soții Sarabhai mă tratau ca pe un membru al familiei lor. Am participat și la masa săptămînală a familiei lărgite care a avut loc în casa tatălui lui Vikram Sarabhai, o figură marcantă în industria textilă din Ahmedabad.

La această sărbătoare de familie — ar trebui să spun sărbătoare de clan, deoarece familia indiană este un grup mai cuprinzător decît familiile occidentale — am fost singurul nehindus prezent și, ca o favoare pentru calitatea mea de străin, mi s-a acordat posibilitatea de a mînca la o masă, în timp ce ceilalți mîncau la mesuțe mici șezînd direct pe podea.

Dintre membrii familiei Sarabhai care erau de față probabil că cel mai interesant era bunicul lui Vikram după mamă, un domn bătrîn care servise multe guverne locale în calitate de dewan, adică prim-ministru. Subțiri, ascetici și avînd o incredibilă înfățișare aristocratică, asemenea domni bătrîni ca bunicul lui Vikram au deținut un rol important în

dezvoltarea Indiei noi. Prescripțiile vedice stabilesc foarte precis cursul pe care trebuie să-l aibă viața unui bărbat. După câte am înțeles eu — nu am certitudinea că este literalmente autentic —, după prescripțiile vedice un bărbat trebuie să fie timp de 20 de ani tânăr, timp de 20 de ani soldat (sau, poate mai precis: participant activ la luptele și controversele din lume) și 20 de ani cap de familie, familia în sens larg, indian. După aceasta i se recomandă să devină sunnyasi, sau sihastru, și să-și dedice puținii ani care i-au rămas contemplării lucrurilor divine și atingerii acelui gen specific indian de mîntuire care este cunoscut sub numele de nirvana. În acest fel, el poate întrerupe șirul obișnuit de reîncarnări în noi trupuri de animale sau oameni.

Tipul clasic de sunnyasi continuă să existe în India și o istorioară despre unul din aceștia se poate citi în povestirea lui Kipling „Minunea de la Purun Bhagat“ din *A doua carte a junglei*.

Totuși o viață pur contemplativă nu poate satisface India, care a devenit stăpîna propriei sale soarte și care are nevoie de atît de multe pentru a întrerupe continua succesiune de sărăcie, ignoranță și mizerie, încît nu poate să ofere unor oameni capabili și cu experiență bogată luxul de a-și asigura propria lor mîntuire. Astfel, impulsul adînc și religios al acestor admirabili bătrîni înspre transcendență a fost sublimat într-o servire plină de abnegație a nevoilor comunității în acele domenii în care experiența și integritatea sînt indispensabile și în care nu intervin motive de avantaj personal.

Indienilor nu le trebuie mult să găsească în propriile lor scrieri sfinte justificarea pentru această viață mai lumească și mai practică, dar tot atît de legată de religie ca a unui sunnyasi. Procedînd astfel, ei au o bază perfect valabilă. Nici o țară nu poate să aplice în mod adecvat temeiorile și modalitățile de acțiune provenite din exterior, ci trebuie să găsească undeva în propria ei tradiție și în propriul ei spirit sancțiunea morală pentru dezvoltările care sînt necesare pentru a face față noilor probleme.

Ca și alți indieni moderni, unii din acești domni

bătrîni poartă haine occidentale, dar mulți dintre ei păstrează costumul și obiceiurile țării lor. În aceste cazuri, ei se prezintă cu o grație și frumusețe uimitoare. Este remarcabil cît de aristocratic poate arăta un simplu șal de lînă atunci cînd cade pe umerii unui bătrîn înțelept, frumos și demn, formînd fal-duri de felul celor care se văd în statuile lui Bud-dha din templele de la Ajanta sau Ellora.

La prînzul familiei Sarabhai au asistat Sir C. V. Raman și doamna Raman. Raman este o persoană importantă și totodată un reprezentant semnificativ pentru noua etapă a dezvoltării Indiei. El este un brahman din sud, cu o capacitate intelectuală subtilă și profundă care pentru mulți brahmani din sud este un fel de dar înăscut. Caracterul său are însă în plus ceva pozitiv și hotărît care arată că este familiarizat cu autoritatea și că este gata să ia parte activă la viață. Raman se ocupă cu fizica aplicată și este mai curînd un bun experimentator decît genul de specialist în fizică teoretică care ar fi fost de așteptat în India.

Am ținut două conferințe la Ahmedabad, una despre încercările mele de a face ceva în teoria cuan-telor, iar cealaltă despre teoria predicției. Apoi m-am dus la Puna, unde am vizitat universitatea, condusă de unul dintre acei minunați bătrîni domni indieni despre care am pomenit. Am luat cuvîntul și la La-boratorul național de chimie. Am întîlnit acolo stu-denți care lucrau la probleme diverse și importante din chimia fizică. Șeful acestui laborator, G. I. Finch, este un mare alpinist care a escaladat Everestul, foarte popular în rîndurile subordonaților săi și în general în India.

India și-a schimbat cu totul atitudinea față de en-glezi. Cît timp a existat bariera dintre stăpînitori și stăpîniți fusese greu să se împrietenească oameni din cele două categorii. Stăpînitorul putea fi un snob și supusul avea motive să se teamă că va juca rolul unui sicofant și că se va identifica cu autoritatea de dragul avantajelor personale. Separarea Indiei de Anglia a facilitat mult adevărata prietenie anglo-indiană. Sfaturile înțelepte și moderate ale lui

Gandhi și Nehru au contribuit mult ca Anglia să devină în India cea mai populară țară occidentală. Nu trebuie să uităm nici politica inteligentă dusă de soții Mountbatten, în calitate de ultim vicerege și ultimă viceregină, în ceea ce privește renunțarea la autoritatea britanică în India și pregătirea Indiei pentru noua ordine. Nu vreau să spun că politica britanică din trecut nu continuă să fie mult criticată, dar aceasta se îmbină cu înțelegerea sănătoasă a faptului că o asemenea critică este un refugiu prea slab cînd trebuie să faci față problemelor de viață ale unei țări atît de vechi și totodată atît de noi.

După ce am revenit la Bombay, a sosit în India o delegație științifică sovietică care urma să participe la Congresul științific panindian de la Hyderabad. În ansamblu, membrii acestei delegații au fost bine aleși; ea cuprindea un număr de oameni de știință de prim rang și cu o personalitate fină.

În tot timpul călătoriei mele aveam să fiu cazat la aceleași hoteluri ca și rușii. Era necesar să-mi definesc atitudinea de la început. M-am gîndit, și cred că pe bună dreptate, că orice manifestare de ostilitate era nejustificată și nu putea contribui la bunul renume al Americii în rîndurile indienilor. M-am dus la cîțiva membri ai delegației și le-am spus : „Uitați-vă, trebuie să fim împreună cîteva săptămîni și nu vreau nici eu să vă stingheresc pe dumneavoastră și nici dumneavoastră pe mine. Să fim prietenoși și să vorbim liber despre probleme științifice care nu au implicații tehnice sau politice“. Am găsit un răsunset rezonabil la atitudinea mea.

Curînd după venirea oamenilor de știință sovietici am plecat la Hyderabad, unde toți delegații străini au fost instalați la „Hill Fort“, un palat foarte sărăcăcios și ponosit care înainte aparținuse unui fiu al nizamului. Aici, unele încăperi vaste fuseseră transformate în dormitoare comune și într-unul din ele am fost instalat împreună cu doi savanți englezi distinși și în vîrstă. După o perioadă de tatonări reciproce, ne-am înțeles foarte bine.

Apoi veni ziua cînd am plecat cu un avion dinainte comandat la Aurangabad, de unde am luat auto-

buzul pentru a vizita minunatele temple și sculpturi din cavernele de la Ajanta și Ellora. Orice ar fi făcut englezii în India, fapt este că ei au conservat antichitățile și monumentele ei istorice. Indienii continuă buna tradiție pe care au găsit-o când au venit la putere, menținând aceste monumente și încurajând cetățenii să învețe câte ceva cu privire la marele lor trecut.

Am petrecut două nopți la Aurangabad și dimineța am plecat la Hyderabad. Spre sfârșitul șederii noastre la Hyderabad, unii dintre noi am fost invitați la o serie de recepții neoficiale la care au fost de față membrii guvernului din Hyderabad; la unele din aceste recepții, amfitrioni erau chiar unii membri ai guvernului. Era foarte îmbucurător să-i vedem pe musulmani și pe hinduși lucrând împreună fără discriminare religioasă și să vedem miniștri hinduși mîncînd la o masă prezidată de soția unui ministru musulman.

Am luat avionul de la Hyderabad la Madras, unde eram așteptat de vechiul meu prieten Vijayaraghavan, pe care îl cunoscusem cu circa 18 ani în urmă în Anglia și-l văzusem ulterior în America, unde îmi făcuse o vizită. Pe vremea aceea, el era un tînăr zvelt ascunzîndu-și moțul brahmanic într-un turban de un alb imaculat cu care se jucau fetițele mele. El le-a lăsat o impresie adîncă și cred că au dat numele lui unei păpuși. Ne-a vizitat din nou în 1952, și atunci nu mai purta turban, deoarece nu mai avea un moț de păr de ascuns. Fetele mele îl priveau cu aceeași afecțiune pe care i-o manifestaseră în copilărie.

La Madras el mi-a fost un bun prieten, amfitrion și sfătuitor; deși stăteam la hotel și nu la el acasă, ne petreceam împreună tot timpul meu liber și am mîncat în repetate rînduri la el acasă. Cînd mă gîndesc că după standardele hinduse sînt un *mle chchha*, un paria, și că acum o generație orice brahman s-ar fi considerat spurcat de simpla mea prezență la masă, îmi dau seama cît de mare favoare și semn de prietenie a fost acest fapt. În zori, obișnuiam să mergem să înotăm în minunatele valuri ale Oceanului Indian,

iar el venea împreună cu fiica sa și cu micul său nepotel.

Am ținut o prelegere științifică la institutul său și am făcut cunoștință cu fermecătorul său grup de prieteni. Mi-am făcut o impresie foarte bună despre viața intelectuală animată și cordială din Madras. Am ținut o conferință în fața unui grup de prieteni ai lui Vijayaraghavan despre uzina automată și efectele ei posibile pentru viitorul Indiei. Cred că acolo eram aproape singurul îmbrăcat în haine europene.

În sfârșit, Vijayaraghavan împreună cu mama sa și cu fiica sa m-au condus într-o mică prăvălie de haine de lîngă un templu din suburbia Mylapore a orașului Madras și m-au ajutat să aleg pentru fiica mea Peggy un splendid sari de mătase șofranie cu garnitură de culoare roșie închisă țesută cu fir de aur, precum și un material pentru o bluză asortată cu sariul.

De multe ori în cursul șederii mele am discutat multe chestiuni atît științifice, cît și personale, făcînd speculații asupra vieții de care se vor bucura nepoții noștri și întrebîndu-ne dacă ei vor avea parte de o lume mai bună, în care prejudecățile religioase și de rasă să fie desființate și în care toate popoarele ar putea să se întâlnească pentru orice scopuri într-o atmosferă de omenie universală.

De la Madras am făcut o scurtă excursie în minunatul oraș Bangalore, unde m-am întîlnit de multe ori cu Raman și am luat o parte activă la conferințe și la viața intelectuală. De acolo am revenit pentru o săptămîină la Bombay ca invitat al Institutului Tata. Bombay-ul era plin cu oameni de știință de prim rang atît indieni, cît și străini și am avut mari posibilități atît de a preda, cît și de a învăța și în special de a colabora cu mai mulți tineri matematicieni și de a critica lucrările lor.

Cel mai bun prieten al meu în această perioadă a fost profesorul Kosambi, care învățase la liceul din Cambridge într-o vreme cînd tatăl său, refugiat din India britanică, studia bogatul material sanscrit de la Biblioteca Harvard. Fiul, poate datorită instrucției americane din copilărie, era mai mult un luptător și mai puțin un savant indian senin decît majoritatea

compatrioților săi. Totuși am văzut că nu era singurul indian care să opună admirației mele pentru seninătatea sufletului indian o admirație egală pentru energia occidentală.

Printre alți oameni de știință din Bombay pe care i-am întâlnit au fost și Masani și Chandrasekharan. Masani este un pars și m-am văzut mult și cu colegul său pars Bhabha din neamul Tata. Parșii mi s-au părut un grup foarte interesant, care s-au alăturat pe deplin noii Indii. E drept că sufletul le era oarecum divizat, oscilînd între patriotism și poziția cvasi-europeană de populație aproape occidentală, de care mica lor minoritate de o sută de mii de suflete se bucura încă de pe timpul stăpînirii engleze.

Sederea mea la Bombay a fost una din cele mai profitabile perioade din timpul călătoriei mele și am împărtășit colegilor mei indieni cele mai noi lucrări ale mele. Pe cînd plecam spre India, începusem să mă ocup de problema predicției seriilor temporale multiple cum ar fi, de exemplu, temperatura în două sau mai multe puncte. Aceasta conduce la o problemă de matematică formală în legătură cu divizorii a ceea ce se numește o matrice. Credeam că găsisem o soluție completă, dar atunci cînd i-am vorbit lui Masani despre aceasta el mi-a arătat că este nevoie de o analiză mai largă și că mai rămîneau multe de făcut. Pe cînd mă aflam la Bombay, am lucrat cu sîrg la rezolvarea problemei și am reușit să-i dau de capăt.

Cred că datorită faptului că eram angajat într-o nouă lucrare de creație în timp ce eram în India și nu m-am limitat doar să prezint lucrări deja realizate m-am apropiat de matematicienii indieni mai mult decît mă așteptasem. În orice caz, am încercat să trăiesc în conformitate cu opinia mea că cea mai bună și de fapt singura cale de a-i învăța pe studenții avansați constă în a participa împreună cu ei la o acțiune comună.

Am ținut o comunicare la Bombay Rotary Club cu privire la relațiile dintre națiuni și rase și am avut parte de un public interesant, format în bună parte din persoane care studiaseră la M.I.T. și păreau a participa foarte activ la noua dezvoltare națională a În-

diei. Am vizitat de asemenea Colegiul Sf. Francisco Xavier, unde preoții iezuiți spanioli păreau un grup foarte iubit, fraternizînd în mod liber cu studenții lor hinduși, parși și musulmani. Am constatat că în India biserica catolică este o instituție mai liberă și mai liberală decît în Spania, de unde veniseră acești preoți.

Din Bombay am plecat cu avionul la Calcutta, unde am avut privilegiul de a lucra o săptămînă la Institutul indian de statistică de sub conducerea profesorului Mahalanobis. Soții Mahalanobis m-au primit ca pe un musafir al casei și am fost admis în intimitatea familiei într-un mod fermecător. Mi s-a dat o cameră care fusese destinată bătrînului lor prieten Rabindranath Tagore. Pe la institut treceau mulți oameni de știință interesați, indieni și străini, iar eu am profitat de critica înțeleaptă și înțelegătoare a profesorului Bose de la Universitatea din Calcutta în ceea ce privește noile idei în fizică ale lui Armand Siegel și ale mele. Am ținut un număr de prelegeri pentru colaboratorii institutului și am stat la dispoziția lor pentru a le discuta lucrările.

Obişnuiam să mă duc la un templu din apropiere — acela care constituie cadrul unor episoade din filmul *Fluviul* — pentru a medita acolo asupra lucrărilor mele științifice și am avut plăcerea de a fi primit cordial de către unul dintre credincioșii de acolo. Era funcționar la poștă și venea zilnic pentru a se ruga. Purta barbă și era îmbrăcat în haine indiene de o curățenie exemplară. M-a invitat să văd incintele din interiorul templului care pînă de curînd erau inaccesibile celor care nu erau hinduși.

Soții Mahalanobis și plăcuta societate care se aduna în casa lor discutau cu multă libertate și francheță despre știința mondială și politica mondială. Ei m-au trimis să văd ceea ce era mai remarcabil în Calcutta, printre care Grădina zoologică și Muzeul de arte plastice.

Călătoria mea la Calcutta a fost urmată de o vizită la Benares și apoi la Agra. Benares mi s-a părut de o fantezie sinistră. Pe de altă parte, Agra, cu palatele și mormintele ei, inclusiv Taj Mahal, era o lecție des-

pre posibilitățile de a combina risipa regală cu disciplină și simțul proporției.

De la Agra am plecat la Delhi. Aici am vizitat remarcabilul Institut național de fizică condus de profesorul Krishnan și am văzut cu plăcere că la institut se pune un accent egal pe progresul științific și pe pregătirea unui corp de lucrători care să asigure acest progres științific. Studiul posibilităților utilizării energiei solare care se face aici începea deja să dea rezultate, promițând altele mai mari pentru viitor. Dacă în urma acestor lucrări se va reuși să se folosească energia solară cel puțin la gătit, deja se va realiza o mare contribuție la ridicarea fertilității solului Indiei, deoarece în acest caz gunoiul de grajd va putea fi utilizat nu în calitate de combustibil, ci ca îngrășământ.

Am ținut prelegeri atât la institutul profesorului Krishnan, cât și la universitate. Aici am vorbit despre tema pe care o abordasem deja la conferința mea populară de la Myla Pore — semnificația uzinei automate pentru viitorul Indiei.

Sederea mea în India m-a determinat să meditez la rolul viitor al acestei țări într-o lume industrializată și științifică. După cum am mai spus, oamenii de știință din India sînt egali intelectualicește cu cei din orice altă țară. Pe de altă parte însă, categoria tehnicienilor calificați și a cadrelor medii în știință și tehnică este mult mai greu de recrutat. În domeniul artizanatului, meseriașii indieni sînt excelenți, dar le lipsește precizia și uniformitatea care se pretind în atelierele din Vest. S-a făcut o treabă curajoasă recrutînd cadre medii pentru producție direct din armată sau din noile mari laboratoare naționale. Institutul național de fizică a format lucrători calificați din sikhi, care manifestă aceleași aptitudini pentru munca calificată pe care în trecut le arătaseră ca stîlpi de susținere ai armatei indiene. Totuși nivelul de înzestrare tehnică a țării a făcut ca noua clasă de meșteșugari calificați să fie relativ restrînsă.

Straturile de jos ale populației constituie o sursă nelimitată de muncă necalificată și nu prea eficientă, ceea ce face ca țara să fie amenințată de o proletari-

zare chinuitoare, cu un caracter și mai grav decât aceea care a avut loc în Anglia în primele timpuri ale revoluției industriale.

În aceste condiții, mă îndoiesc că India și-ar putea întreprinde industrializarea după modelul occidental al muncii de masă în fabrici. Aceasta este una dintre căile cele mai rapide către o industrializare imediată și ea dă Indiei o șansă de a utiliza avantajul indubitabil al populației numeroase. Dar mă îndoiesc că acest proces merită să fie plătit cu prețul mizeriei umane. Oricât de chinuit și subnutrit ar fi țăranul indian, orașul industrial promite să-l chinuiască și mai mult și să-l lipsească pe săteanul urbanizat chiar și de acel minim de bunuri pe care îl poate avea în condițiile sărăciei indiene. Creșterea necontrolată a sistemului de fabrică din secolul al XIX-lea a transformat deja mahalalele orașului mare într-un hibrid dezgustător care îmbină foametea indiană cu monotonia din Manchester.

Nu vreau să ignorez posibilitatea ca viitoarea industrializare a Indiei să evite aglomerarea și mizeria din Manchester sau Chicago prin introducerea timpurie a uzinei automate. Mizeria este un rezultat al lipsei de ocupație, dar într-o măsură și mai mare un rezultat al lipsei de bunuri. Uzina automată pretinde eforturi umane nu la nivelul de muncă necalificată, ci la nivelul foarte înalt al inginerului-om de știință și la nivelul relativ înalt al grupurilor mici de muncitori calificați care constituie echipe de intervenție și reparații. Este cu totul evident că India poate să dispună în răstimp de câteva decenii de cadre de ambele categorii, în vreme ce ea n-ar putea să aibă în mai puțin de un secol un număr mare de muncitori de fabrică destul de calificați, în stare să-și asigure o viață cât de cât decentă. Desigur, s-ar putea să greșesc. Atmosfera de seră a creșterii industriale rapide în regimul uzinei automate s-ar putea să prezinte pericole mai mari decât acelea pe care le înlătură. Nu știu. Ceea ce știu este că introducerea unei economii noi bazate pe uzina automată ar putea avea loc în India mai repede decât am vrea să admitem cei mai mulți dintre noi și că s-ar putea prea bine ca ea să

fie o cale mai ușoară decât orice altă alternativă către o țară prosperă și efectiv industrializată.

Cu alte cuvinte, aceasta este o posibilitate pe care noi într-adevăr putem s-o neglijăm, dar pe care India nu-și poate permite să nu o ia în considerare fără a medita îndelung asupra semnificațiilor acestei căi. Mi s-a spus că Nehru manifesta interes pentru această alternativă de industrializare.

EPILOG

Scriu ultimele pagini ale acestei cărți la vârsta de 60 de ani, ceea ce în viața unui matematician creator este o vîrstă înaintată. Totuși, continuu să lucrez și mi-ar displace să cred că perioada eforturilor mele este deja încheiată. Multe din ideile mele continuă să ajute la dezvoltarea ingineriei și fizicii, astfel încît o carte de acest fel nu poate fi decît o dare de seamă provizorie.

Mulți oameni de știință se întreabă adesea dacă intrarea lor în știință și succesele lor ulterioare s-ar datora eredității sau mediului. În cazul meu ar fi deosebit de greu să despart acești doi factori, deoarece într-o mare măsură ereditatea mea a fost mediul meu.

Îi datorez tatălui meu nu numai participarea sa la acele gene al căror purtător sînt, dar și felul de instruire pe care el l-a considerat indicat pentru un băiat cu exact acele trăsături de caracter pe care eu le-am moștenit de la el. Dacă n-aș fi avut aceeași natură ca și dînsul, n-aș fi fost un subiect potrivit pentru educația pe care mi-a dat-o; iar fără această educație, posibilitățile pe care le-am moștenit de la el ar fi putut rămîne nedisciplinate și nerealizate.

În parte, viziunea tatei despre lume și educația pe care mi-a dat-o erau o sinteză foarte strînsă a teoriei cu practica. Tata era un filolog care privea istoria

limbilor nu ca o creștere cvasibiologică a unor organisme aproape izolate, ci mai curînd ca o interacțiune de forțe istorice. Pentru el filologia era un instrument al istoricilor culturii exact cum lopata este un instrument al arheologilor. Nu este surprinzător că fiul unui tată care nu se putea mulțumi cu formalul și abstractul în studiul limbilor nu putea nici el să se mulțumească cu acel îngust punct de vedere asupra matematicii care caracterizează pe matematicienii lipșiți de un contact real cu fizica.

Tata era unul din oamenii cei mai independenți și nu i-aș fi fost un fiu loial dacă nu mi-aș fi declarat propria independență chiar față de dînsul. De regulă, el se ocupa cu acele cercetări care îi plăceau, iar eu din primii mei ani de copilărie am văzut în preajma mea acest gen de muncă. Munca lui era disciplinată nu de prescripții din afară, ci de cerințele lăuntrice ale naturii sale severe și autocritice. Ca fiu al tatălui meu, nu puteam decît să procedez după modelul său.

Lucrurile pe care le-am făcut, le-am făcut nu îndeplinind o comandă din afară, ci pentru că dorințele mele urmau un model care mă atrăgea și pentru că lucrările pe care le-am realizat mi se păreau a se dezvolta într-o direcție bine organizată. Disciplina mea a fost o autodisciplină, ca imagine a acelei discipline pe care mi-a impus-o tata cînd eram copil.

Disciplina unui om de știință constă în faptul că se consacră căutării adevărului. Ea implică hotărîrea de a se supune la sacrificiile reale pe care le cere această consacrare, indiferent dacă e vorba de sacrificii bănești sau de prestigiu ori, în caz extrem (dar nu lipsit de precedente), de sacrificarea securității personale. Totuși, partea principală a acestei discipline este intrinsecă și ține de relația omului de știință cu știința și nicidecum de reacția sa la mediul exterior în cadrul căruia se dezvoltă știința.

În primul rînd, disciplina nu împiedică erorile. Ceea ce împiedică ea este perseverarea într-o eroare care s-a dovedit clar și distinct. Dacă o teoremă este inconsistentă sau dacă toate eforturile dumneavoastră nu pot asigura rigoarea unei demonstrații, lepădați-vă de ea.

Aceasta este latura negativă a disciplinei intelectuale. Ei îi corespunde însă și o latură pozitivă. Dacă o teoremă pare să fie bizară sau neconformă cu reprezentările obișnuite și dacă efortul vostru maxim nu poate descoperi în ea vreo contradicție, să nu vă lepădați de ea. Dacă singurul neajuns al unei demonstrații este caracterul ei neobișnuit, atunci trebuie s-o acceptați, inclusiv neobișnuitul. Să aveți curajul opiniilor voastre, fiindcă, dacă nu-l veți avea, veți vedea că lucrurile cele mai bune care pot să vă treacă prin minte vă vor fi șterpelite de sub nas de către spirite mai cutezătoare, dar mai ales fiindcă acesta este singurul lucru care merită să-l ai.

Am norocul să mă fi născut și dezvoltat înainte de primul război mondial, într-o perioadă când vigoarea și elanul lumii științifice internaționale nu erau încă copleșite de patruzeci de ani de catastrofe.

Sînt deosebit de fericit că n-a trebuit să rămîn timp îndelungat un șurub al fabricii științifice moderne, executînd ceea ce mi se trasează, acceptînd probleme propuse de superiori și ținîndu-mi creierul *in commendam* așa cum un vasal medieval își ținea feudele. Dacă m-aș fi născut în aceste zile mai tîrzii ale sistemului feudal al vieții intelectuale, cred că aș fi produs prea puțin. Din adîncul sufletului mi-e milă de generația actuală a oamenilor de știință, dintre care mulți — indiferent dacă doresc aceasta sau nu — sînt obligați de „spiritul vremii” să fie lachei și pontatori intelectuali.

Am cîștigat sau am pierdut de pe urma instrucției neortodoxe pe care mi-a dat-o tata? Nu știu, căci am avut o singură viață de trăit. Ipoteza mea este că, în cazul unui regim mai obișnuit și mai blînd, aș fi putut scăpa cu mai puține traume emotive, dar nu aș fi dezvoltat puternica individualitate a înzestrării mele științifice care s-a datorat unui contact timpuriu cu o personalitate foarte puternică și foarte individualistă. Tocmai lupta de a-mi menține individualitatea în prezența nemaipomenitei forțe a tatei a dat desigur muncii mele forma atît de specifică pe care a îmbrăcat-o mai tîrziu.

Deși aș fi putut realiza cîte ceva cu altă educație,

un lucru este clar, și anume că fără vreo instrucție și călăuzire, cariera mea ar fi fost stînjinită și productivitatea mea ar fi fost deformată. Este foarte ușor pentru o minte constituțional viguroasă să-și risipească forța în banalități.

Acord cea mai înaltă prețuire contactelor mele timpurii cu un nivel de intelectualitate ridicat și chiar dacă un contact cu totul diferit m-ar fi putut aduce la știință pe altă cale, absența contactului pe care l-am avut m-ar fi lăsat un excentric lipsit de eficiență. Cunosc cazuri cînd sărăcia relativă a contactelor științifice a fost, deși nu absolut fatală, totuși dăunătoare și limitativă.

Un om de știință trebuie să știe ce fac alții pentru ca individualitatea propriei sale opere să fie pe deplin fructificată. El trebuie să trăiască într-o lume în care știința este o carieră, în care are confrăți cu care poate discuta și în contact cu care își poate pune în lumină propria sa vîină.

S-ar putea să fie adevărat că 95% din lucrările științifice originale sînt realizate de mai puțin de 5% dintre oamenii de știință profesioniști și că cea mai mare parte dintre ele n-ar fi fost deloc realizate dacă n-ar exista ceilalți 95% pentru a ajuta la crearea unui înalt nivel de opinie științifică. Chiar și oamenii de știință care se formează singuri trebuie să plătească tribut atmosferei de știință dezinteresată creată de universitățile care oferă cadrul în care ei pot lucra.

Nu încapă îndoială că epoca actuală, îndeosebi în America, este o epocă în care numărul bărbaților și femeilor care s-au dedicat carierei științifice este mai mare decît oricînd înainte în istorie. Aceasta nu înseamnă că mediul intelectual al științei a crescut proporțional. Mulți oameni de știință din America de astăzi lucrează în laboratoare guvernamentale, în care la ordinea zilei este secretul și în care ei sînt protejați de subdiviziunea deliberată a problemelor în așa măsură, încît nimeni nu poate să fie pe deplin conștient de semnificația muncii sale. Aceste laboratoare, ca și marile laboratoare ale întreprinderilor, sînt atît de conștiente de importanța omului de știință,

Încît acesta este silit să pondeze timpul și să prezinte o dare de seamă asupra muncii sale de cercetare pînă la ultimul minut. Vacanțele sînt reduse la un minim derizoriu, însă consultările, referatele și vizitele în alte întreprinderi sînt încurajate fără vreo limită, astfel încît omul de știință și îndeosebi tînărul om de știință nu dispune de timp pentru ca ideile sale să se maturizeze.

Știința este mai bine plătită decît oricînd în trecut. Rezultatul acestei remunerări a fost atragerea în știință a multora pentru care plata este primul lucru de luat în considerare și care disprețuiesc sacrificarea profitului imediat pentru libertatea dezvoltării propriilor lor concepții. Mai mult, această dezvoltare interioară, oricît de importantă și de indispensabilă ar fi ea pentru lumea științei în viitor, în general nu are tendința de a aduce un singur cent în buzunarele patronilor oamenilor de știință. Poate că lumea afacerilor a învățat să preia riscuri pe termen lung, dar acestea trebuie să fie riscuri calculabile și nici un risc prin propria sa natură nu este mai puțin calculabil decît riscul profitului de pe urma ideilor noi.

Epoca noastră este o epocă în care motivul profitului este exaltat adesea, excluzîndu-se orice alt motiv. Valoarea ideilor pentru societate este estimată în dolari și cenți, deși, în comparație cu ideile noi, dolarii și cenții sînt o monedă efemeră. O descoperire care poate cere cincizeci de ani înainte de a duce la o nouă aplicație în practică are doar o șansă minimă de a fi avantajoasă celor care au plătit munca realizatorilor ei, însă, dacă asemenea descoperiri nu s-ar face și am continua să depindem de cele deja existente, am trăda atît viitorul nostru, cît și viitorul copiilor și nepoților noștri.

Ca și tradiția științifică, un crîng de sequoia poate exista de mii de ani, iar lemnul actual reprezintă investițiile pluriseculare ale soarelui și ploilor. Recompensa acestor investiții există, dar cîți bani și cîte hîrtii de valoare rămîn în aceeași mînă chiar în cursul unui singur secol? Astfel, dacă măsurăm viața îndelungată a crîngurilor de sequoia în termeni de valori monetare cu viață scurtă, nu ne putem permite să tratăm crîn-

gul ca o întreprindere agricolă. Dar într-o lume legată de profit trebuie să-l exploatăm ca pe o mină, lăsînd viitorului un teren pustit.

Există idei științifice pe care le putem urmări cu claritate pînă pe vremea lui Leibniz, acum un sfert de mileniu, și care abia acum încep să-și găsească aplicații în industrie. Poate oare o firmă comercială sau o instituție guvernamentală avînd ca mobil primar nevoia imediată de arme noi să cuprindă o asemenea perioadă de timp ?

Marele crîng al științei trebuie lăsat pe seama instituțiilor de lungă durată apte de a formula și menține valori de lungă durată. În trecut, o asemenea instituție era biserica și, deși a decăzut întrucîtva de la marile ei înălțimi, ea a dat naștere universităților și altor instituții intelectuale cum ar fi academiile, care și ele au o viață continuă de-a lungul secolelor.

Aceste instituții de lungă durată nu pot și nu trebuie să pretindă o traducere imediată a speranțelor și idealurilor lor în mărunțișul zilei de azi. Ele există pe baza unei credințe, credința că dezvoltarea cunoașterii este un lucru bun și că trebuie, în ultimă instanță, să fie bun pentru toți oamenii.

Problema planificării pentru un viitor îndelungat nu este necunoscută oamenilor de afaceri, în special celor mai rafinați din afacerile de asigurări. Treaba statisticienilor de la societățile de asigurare este de a evalua riscurile. Dar, în general, asigurările nu se ocupă numai cu apărarea împotriva riscurilor distructive.

Aceleași companii care plătesc asigurări plătesc și rente viagere. Într-un mod similar, o planificare pe termen lung trebuie să implice luarea în considerare atît a unor circumstanțe favorabile rare și incalculabile, cît și a unor catastrofe rare și incalculabile. Una din șansele rare și incalculabile pe care trebuie să ne bazuim dacă neamul nostru urmează să supraviețuiască este apariția bruscă pe scenă a unor inteligențe mari și originale.

O politică care consideră darurile intelectului ca pe o poliță pe termen lung trebuie să aibă în vedere o epocă mai lungă decît durata instituțiilor cu viață scurtă, cum sînt întreprinderile obișnuite — și aplica-

rea ei trebuie să fie încredințată instituțiilor mai stabile, cum ar fi fundațiile și universitățile, care cel puțin speră într-o asemenea existență de durată.

Nu sînt singurul care afirmă aceste lucruri, dar sînt în situația de a înota împotriva curențelor majore ale timpurilor noastre. Este populară opinia că în știință a trecut vremea individului și mai ales a individului liber. Mulți administratori ai științei și o mare parte a publicului consideră că prin atacuri în masă se poate realiza orice și chiar că ideile sînt perimate.

Această goană după atacurile în masă are anumite temeuri psihologice puternice. Nici publicul, nici marii administratori nu prea au înțelegere pentru continuitatea lăuntrică a științei, dar cu toții au văzut consecințele ei pentru soarta lumii și se tem de ea. Cu toții doresc să decerebralizeze pe omul de știință, așa cum statul bizantin își castra funcționarii de stat. Mai mult, marele administrator care nu este sigur de propriul său nivel intelectual se poate înălța doar reducînd dimensiunile funcționarilor săi științifici.

Cazul-limită al unei mari instituții științifice cu care putem testa soliditatea principiilor pe baza cărora acționează ea, este un birou de maimuțe dactilografe care bat la mașini de scris și care, cu trecerea anilor, vor reuși aproape sigur să producă orice combinație posibilă de litere din alfabet și de cuvinte din dicționar. Care este valoarea reală a muncii unor asemenea maimuțe dactilografe? Mai devreme sau mai târziu, ele vor scrie toate operele lui Shakespeare. Înseamnă oare aceasta că putem să le încredințăm crearea operelor lui Shakespeare? În nici un caz, căci înainte de a scrie operele lui Shakespeare, ele vor crea aproape sigur tot ce se poate concepe în materie de nonsens și prostie.

Abia după ce se va îndepărta tot sau cel puțin cea mai mare parte din ceea ce nu este shakespearian, Shakespeare va apărea într-un sens semnificativ, teoretic sau practic. A spune că munca maimuțelor va conține operele lui Shakespeare nu are alt sens decît a spune că un bloc de marmură va conține o statuie a lui Michelangelo. În definitiv, ceea ce face Michelangelo este o operație pur critică, și anume el

îndepărtează din statuie marmura inutilă care o ascunde. Astfel, la nivelul creației celei mai înalte, această cea mai înaltă creație nu este decât cea mai înaltă critică.

Desigur, laboratorul mare este singur în stare să-și stabilească limitele activității sale. Totuși, este perfect posibil ca munca de masă a lucrătorilor de toate nivelurile, de la cel mai înalt la cel mai coborât, să treacă dincolo de punctul realizării optime și să-și piardă multe din rezultatele într-adevăr bune în stocul ilizibil al dărilor de seamă de mîna a cincea. Acesta este un defect realmente observabil al științei pe scară mare din vremea noastră. Dacă o nouă teorie a lui Einstein ar apărea ca o dare de seamă către guvern într-unul din superlaboratoarele noastre, ar exista realmente o mare șansă ca nimeni să nu aibă răbdare să citească masa de lucrări publicate sub aceleași auspicii și s-o descopere.

Marile laboratoare pot face multe lucruri importante în cazul cel mai bun, dar în cazul cel mai rău laboratorul mare este o mlaștină care înghite capacitățile conducătorilor ca și ale colaboratorilor lor.

Nu găsesc că marele laborator ar fi un mediu în care mi-aș putea dezvolta munca, avînd în vedere libertatea de care am nevoie pentru a exprima mesajul meu specific. S-ar putea prea bine ca aceasta să fie o limitare a naturii mele ; dar experiența mea cu tinerii mi-a arătat că mulți dintre cei care au multe de spus împărtășesc această limitare. Sper ca valoarea acestei importante păтури de lucrători științifici să nu fie nesocotită din cauza unor considerente **mioape de comoditate** a administrației și a tendințelor vremii. Desigur, faptul că timp îndelungat am reușit să realizez lucrări utile îl datorez spiritului cordial al administratorilor de la M.I.T. și deprinderilor de a mă proteja de atentatele nejustificate împotriva timpului meu și împotriva celor care au o concepție îngustă cu privire la funcția mea.

După treizeci și șase de ani de funcționare în atmosfera liberă de la M.I.T. și la vîrsta de 60 de ani, nu mi s-au epuizat nici interesul științific, nici — sper eu — realizările. Mi se pare că lucrarea de care m-am

ocupat în colaborare cu privire la undele cerebrale este pe punctul de a da naștere unei științe însemnate. De asemenea, cercetările mele împreună cu Armand Siegel cu privire la mișcarea browniană și seriile temporale m-au condus la reconsiderarea rolului pe care cauza și întâmplarea îl joacă în această lume. Nu știu câți ani îmi mai sînt hărăziți, dacă nu pentru a realiza eu însumi acest program de lucru, apoi cel puțin pentru a vedea că el este continuat și a-mi da seama de contribuția ideilor mele din trecut; dar chiar și acum pot să am certitudinea rezonabilă că cariera mea științifică, deși a început devreme, are o durată destul de mare.

CUPRINS

Cuvînt înainte .	5
Prefață	15
1. Debutul meu ca matematician	17
2. Congresul internațional de matematică de la Strasbourg din 1920	42
3. 1920—1925. Anii consolidării	68
4. Perioada călătoriilor mele în străinătate — Max Born și teoria cuantelor	85
5. În Europa ca bursier al Fundației Guggen- heim, călătorind împreună cu tînăra mea soție	106
6. 1927—1931. Ani de dezvoltare și progres	118
7. Profesor neoficial la Cambridge	139
8. Din nou acasă. 1932—1933	156
9. Se anunță războiul. 1933—1935	164
10. Prin China și în jurul lumii	173
11. Anii dinainte de război. 1936—1939	197
12. Anii războiului. 1940—1945	213
13. Mexic. 1944	262
14. Problemele morale ale unui om de știință. Bomba atomică. 1942	279
15. Nancy, cibernetica, Paris și după aceea: 1946—1952	299
16. India. 1953	322
17. Epilog	338

Redactor : IULIA GIROVEANU
Coperta : GHEORGHE MO'FORA
Tehnoredactor : MARIANA RĂDULESCU

Apărut — noiembrie 1972

Format 24/60×90. Coli de editură 18,28. Coli de tipar 14,50.

Tiparul executat sub comanda nr. 7237/11 041
la Combinatul Poligrafic „Casa Scintei”,
Piața Scintei nr. 1, București
Republica Socialistă România



ÎN COLECȚIE AU APĂRUT:
ȘTIINȚĂ ȘI SINTEZĂ — COLOCVIU
UNESCO

R. GARAUDY
MARXISMUL SECOLULUI XX

G.N. VOLKOV
SOCIOLOGIA ȘTIINȚEI

L. ALTHUSSER
CITINDU-L PE MARX

R. RICHTA ȘI COLECTIV
CIVILIZAȚIA LA RĂSCRUCE

M. DUFRENNE
PENTRU OM

L. GOLDMANN
SOCIOLOGIA LITERATURII

P.V. KOPNIN
BAZELE LOGICE ALE ȘTIINȚEI

ÎN PREGĂTIRE:

G. LUKÁCS
TEORIA EXISTENȚEI SOCIALE

I. NIKOLOV
CIBERNETICA ȘI ECONOMIA

T. KOTARBINSKI
TRATAT DESPRE MUNCA BINE
FĂCUTĂ

I. HERMANN
KITSCH — FENOMENUL PSEUDO-
ARTEI

A. PELLETIER—J.J. GOBLOT
MATERIALISMUL ISTORIC ȘI
ISTORIA CIVILIZAȚIILOR

C. WRIGHT-MILLS
IMAGINAȚIA SOCIOLOGICĂ

A. TOFFLER
ȘOCUL VIITORULUI

EDITURA POLITICĂ